
MATERIAL EM SUSPENSÃO NO ESTUÁRIO DA LAGUNA DOS PATOS (RS)

FASE I - OBSERVAÇÕES PRELIMINARES - ABRIL/1979 A MARÇO/1980

Carlos Hartmann

LOG - Laboratório de Oceanografia Geológica - FURG

Lauro J. Galliari

LOG - Laboratório de Oceanografia Geológica - FURG

Osmar O. Möller

Laboratório de Hidrofísica - FURG

Resumo: O presente trabalho conduzido no estuário da Laguna dos Patos, baseia-se na determinação quantitativa do material em suspensão total (MST) de amostras de água coletadas na superfície e no fundo. Os dados e observações referem-se à 17 estações fixas, adquiridos através de visitas periódicas à área e designadas como Cruzeiros Material em Suspensão (CR MS) numerados de I a XIII e realizados no período de Abril de 1979 à Março de 1980. A duração de cada cruzeiro era no máximo de dois (2) dias, havendo a possibilidade de um deles coincidir com a passagem do Satélite LANDSAT II, que refaz sua órbita a cada 18 dias. Simultaneamente à amostragem de água, efetuaram-se medidas de alguns parâmetros ambientais como Salinidade ($S^{\circ}/\text{‰}$), Temperatura ($T^{\circ}\text{C}$), Transparência (Secchi) e dados Meteorológicos). Deve-se de maneira sucinta os resultados obtidos de cada cruzeiro, tendo como base dois Perfis longitudinais AA' e BB', correspondentes às margens Oeste e Leste do Estuário, respectivamente. De uma maneira geral a concentração do MS aumenta em direção à desembocadura da Laguna e com a profundidade da lâmina d'água, ao mesmo tempo que verifica-se um gradiente lateral que aumenta da margem Leste para Oeste, e que as maiores concentrações de MS estão associadas à precipitação na bacia de drenagem da Laguna dos Patos.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os processos sedimentares em Estuários vem mere-

cendo particular atenção, principalmente no que tange ao transporte de sedimentos em suspensão. Citam-se SHELLEY (1976), ASTON (1978) e outros.

O maior sistema lagunar da América do Sul, constituído principalmente pelas lagunas dos Patos e Mirim, situa-se na Planície Costeira Sul Riograndense (Fig.1). As superfícies lagunares são de 10.360 km² e 3.749 km², respectivamente para as lagunas dos Patos e Mirim. Essas intercomunicam-se através do Canal São Gonçalo com extensão de 70 km. As duas lagunas costeiras recebem as águas de uma vasta bacia hidrográfica, com 183.523 km² aproximadamente, dos quais 75% correspondem aos sistemas hidrográfico Patos e 25% ao sistema hidrográfico Mirim (Tab. 1).

O Canal do Norte, situado no extremo sul da laguna dos Patos, representa o único e coadouro desse amplo sistema Lagunar para o Oceano Atlântico. A região sul da laguna, com área de 900 km² é tipicamente estuarina. Nessa zona os processos hidráulico-sedimentológicos resultantes da interação do estuário com a plataforma continental dão-se de forma bastante complexa devido aos diversos parâmetros (físicos, biológicos e geológicos) que aí interagem (Fig. 2).

1.1. BATIMETRIA DA LAGUNA E ESTUÁRIO

A Laguna dos Patos possui profundidades pouco expressivas exibindo predominantemente cotas batimétricas inferiores à 7 metros, caracterizando um fundo raso relativamente plano.

Segundo DELANEY (1965) no sentido de seu eixo principal a laguna

tem um gradiente de declividade de 1 metro para cada 120 km, alcançando um desnível de aproximadamente 2 metros entre a zona lagunar do Guaíba e o Canal do Norte ou Canal do Rio Grande.

As maiores profundidades, de acordo com HERZ (1977), encontram-se próximas à restinga e dispõem-se paralelamente ao eixo principal da laguna, havendo gradual redução da batimetria no sentido noroeste.

Segundo CALLIARI (1980) na região sul da laguna (Fig. 1) com características estuárias (Fig. 2), as maiores profundidades confinam-se aos canais de navegação, tanto naturais como artificiais, variando entre -3 e -19 metros. Os baixios mais expressivos, com profundidades inferiores a 1 metro, acham-se representadas pelo Banco da Sarangonha, Baixo da Feitoria e diversas "coroas", tais como as Coroas de Dona Mariana, junto à margem leste e ao Norte da Ponta dos Pescadores; a coroa dos Patos a leste da Ilha da Feitoria e a coroa do Mosquito, junto ao baixio do mesmo nome.

1.2. Condições Hidrológicas e Geológicas das Bacias de Drenagem

O Rio Grande do Sul divide-se hidrograficamente em duas bacias de drenagem maiores: a Bacia do Rio Uruguai, cujas águas vão ter ao estuário do Rio da Prata e o Sistema Lacustrino que predomina na porção Leste do Estado e assim apresenta importância para a Planície Costeira.

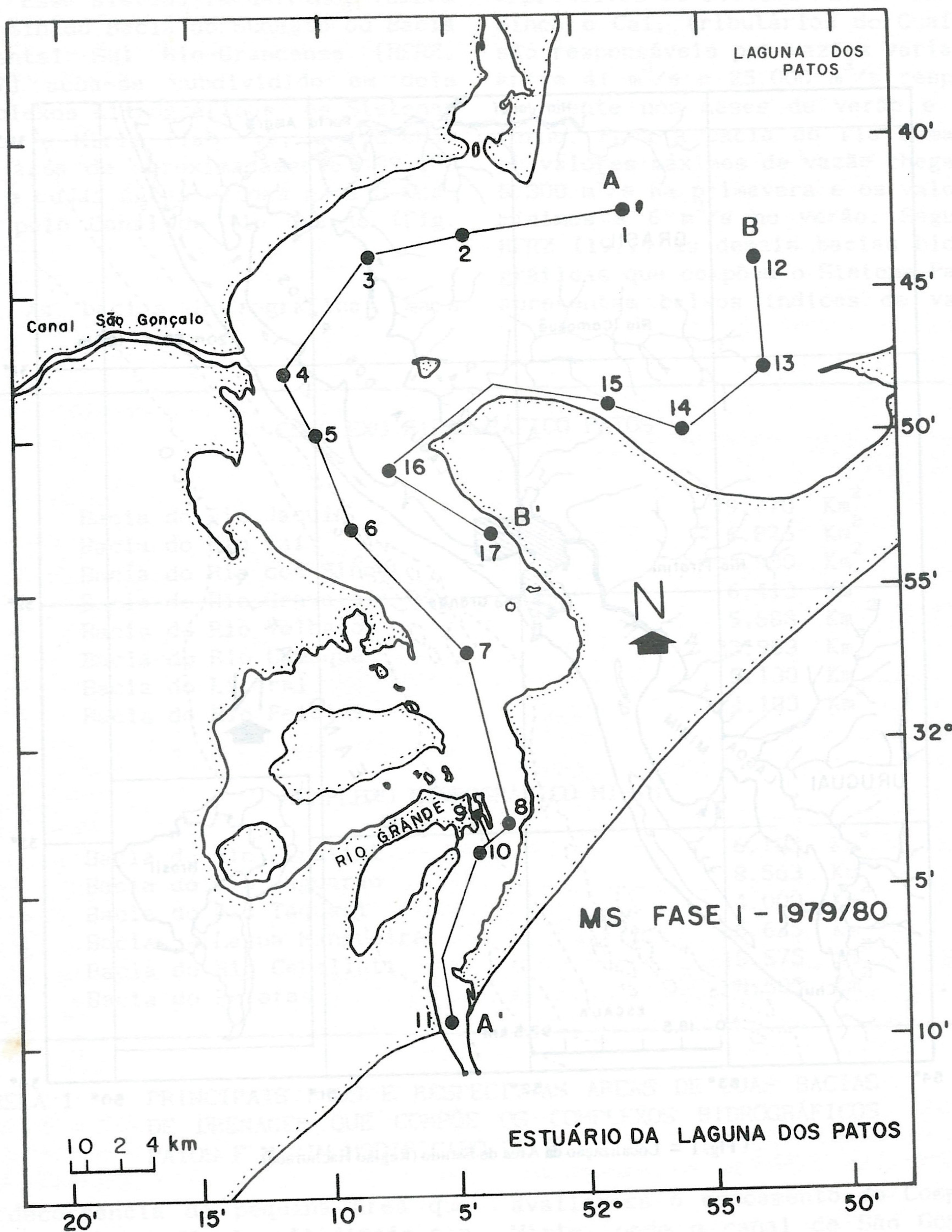


Fig. 2 – Localização dos pontos de Amostragem e das Seções Longitudinais AA' e BB'.

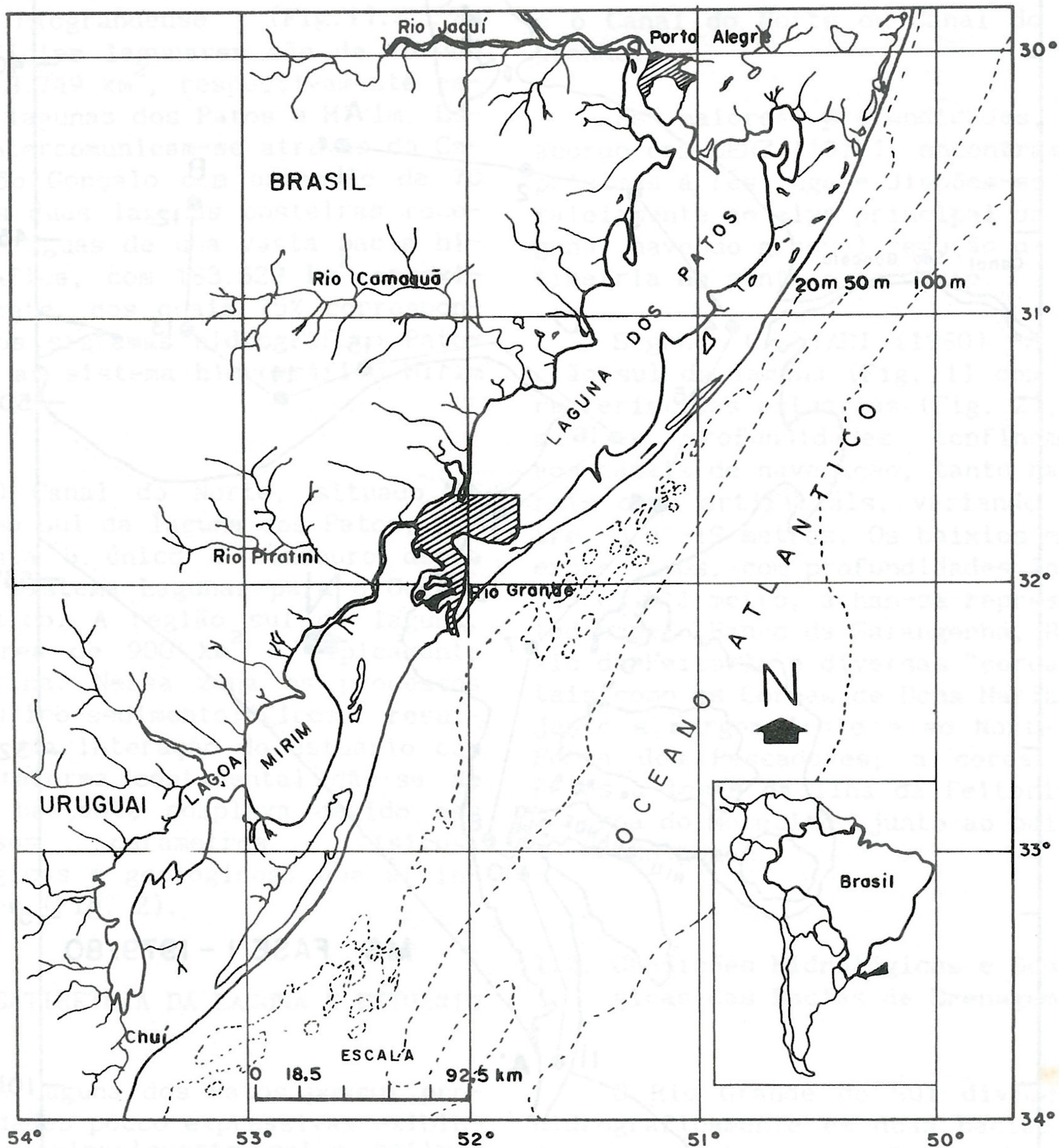


Fig. 1 – Localização da Área de Estudo (Região Hachurada)

Esse sistema lacustrino, também denominado Bacia do Sudeste ou Bacia Oriental Sul Rio-Grandense (HERZ, 1977) acha-se subdividido em dois complexos hidrográficos: os Sistemas Patos e Mirim (Tab. I), que drenam uma área de aproximadamente 199.000 km² e cujas águas escoam para o Oceano pelo Canal do Rio Grande (Fig. 2).

As bacias hidrográficas mais

expressivas do Sistema Patos: Jacuí, Sinos e Caí, tributários do Guaíba, são responsáveis por vazões variando entre 41 m³/s e 25.000 m³/s respectivamente nos meses de verão e inverno. Para a bacia do rio Camaquã os valores máximos de vazão chegam a 5.300 m³/s na primavera e os valores mínimos a 6 m³/s no verão. Segundo HERZ (1977) as demais bacias hidrográficas que compõem o Sistema Patos apresentam baixos índices de vazão

COMPLEXO HIDROGRÁFICO PATOS		
Bacia do Rio Jacuí	79.770	Km ²
Bacia do Rio Caí	6.825	Km ²
Bacia do Rio dos Sinos	4.980	Km ²
Bacia do Rio Gravataí	6.413	Km ²
Bacia do Rio Velhaco	5.588	Km ²
Bacia do Rio Camaquã	23.963	Km ²
Bacia do Litoral	5.130	Km ²
Bacia do Rio Pelotas	4.103	Km ²
COMPLEXO HIDROGRÁFICO MIRIM		
Bacia do Rio Piratini	6.188	Km ²
Bacia do Rio Jaguarão	8.563	Km ²
Bacia do Rio Taquari	4.000	Km ²
Bacia da Lagoa Mangueira	6.625	Km ²
Bacia do Rio Cebollati	15.875	Km ²
Bacia do Pelotas	5.500	Km ²

TABELA 1 - PRINCIPAIS RIOS E RESPECTIVAS ÁREAS DE SUAS BACIAS DE DRENAGEM QUE COMPÕE OS COMPLEXOS HIDROGRÁFICOS PATOS E MIRIM MODIFICADO DE HERZ. R. - 1977.

em decorrência da pequena área que ocupam e de perfis longitudinais com coeficientes de declive pouco acentuados. Ainda conforme o mesmo autor

avaliou-se o escoamento do Complexo Mirim, onde o canal de São Gonçalo desemboca na Laguna dos Patos (estuário), (Fig. 2), em valores de

vazão máxima de $3.000 \text{ m}^3/\text{s}$ e vazão média de $700 \text{ m}^3/\text{s}$.

O Canal de São Gonçalo com 70 km de extensão (Fig. 1), intercomunica a Laguna dos Patos com a Mirim e praticamente não apresenta declive. Por ocasião das cheias, o seu leito dá vazão insuficiente e, em resultado, ocorre o transbordamento e o alagamento de grandes áreas baixas atravessadas pelo canal (planície de inundação) com cerca de 10 km de largura em cada uma das margens do canal.

Com relação a qualidade e principalmente a quantidade de material sedimentar que aporta a Laguna dos Patos ressalta-se como fatores que os controlam, as características geológicas e geomorfológicas das áreas drenadas.

VILLWOCK et alli (1972) assinou que as áreas drenadas pelos Sistemas Patos e Mirim são constituídos por rochas polimetamórficas, ígneas e sedimentares, paleozóicas e mesozóicas da Bacia do Paraná, além dos depósitos cenozóicos da Planície Costeira.

Baseado no mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul os autores supracitados estimam que a área drenada pela Bacia Oriental Sul Rio-Grandense constitui-se: 35% por formações do Escudo Sul Rio-Grandense, 35% por derrames basálticos da formação Serra Geral, 20% pelas formações da faixa sedimentar da Bacia do Paraná e ainda 10% por sedimentos da Planície Costeira. Ainda VILLWOCK e outros no mesmo trabalho comparando as características geoló-

gicas e geomorfológicas das áreas drenadas pelos sistemas Patos e Mirim salientam que a porção norte da Bacia Oriental Sul Rio-Grandense contribui com maior volume de material sedimentar uma vez que grande parte dos seus cursos d'água encontram-se em estágio juvenil com alto poder de erosão. Já os rios que cortam o escudo - região relativamente plana e dissecada - apresentam grande parte dos seus cursos em fase madura e mesmo senil e, conseqüentemente, sua atividade erosiva é reduzida. O rio Camaquã, apresentando um vale bastante largo formando extensa planície onde meandra, é um exemplo.

Dados do GEDIP in HERZ (1975) indicam que o canal do São Gonçalo quando em escoamento normal para vazante, introduz na Laguna dos Patos uma carga anual de 13.879 ton. de sólidos em suspensão (fração fina) em correntes de $0,40 \text{ m/s}$ durante 57,1% do ano.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Realizaram-se 13 Cruzeiros (Tab. II) em datas quando possível coincidentes com a passagem dos satélites da série LANDSAT (HARTMANN, 1982). Paralelamente às coletas de água para a quantificação do MS efetuaram-se medidas de alguns parâmetros ambientais (S°/oo , $T^\circ\text{C}$, transparência, Meteorológicos).

Posicionou-se às 17 estações (Fig. 2) por meio de Radar e de pontos notáveis na Costa, bóias e farolotes de sinalização existentes nos canais de navegação, levando-se em consideração a profundidade do local indicada por ecobatímetro e cartas de navegação da DHN.

CRUZEIRO	DATA	EMBARCAÇÃO
CR - MS I	02/04/79	SAGITTA
CR - MS II	08 E 09/05/79	LARUS
CR - MS III	04 E 05/06/79	LARUS
CR - MS IV	22/06/79	SAGITTA
CR - MS V	09 E 10/07/79	LARUS
CR - MS VI	15 E 16/08/79	LARUS
CR - MS VII	19 E 20/09/79	LARUS
CR - MS VIII	08 E 09/10/79	LARUS
CR - MS IX	26 E 27/10/79	LARUS
CR - MS X	12 E 13/11/79	LARUS
CR - MS XI	19/12/79	LARUS
CR - MS XII	23 E 24/01/80	LARUS
CR - MS XIII	18/03/80	SAGITTA

Transparência da água, velocidade e direção do vento respectivamente pelo disco de Secchi e Anemômetro portátil.

Amostras de água foram coletadas, na superfície através de um balde plástico e no fundo, utilizou-se de uma garrafa horizontal, descrita por OTTMANN (1964). A água coletada era acondicionada em garrafas plásticas de 1 litro, congeladas e, posteriormente filtradas no laboratório por meio de bateria de filtros com auxílio de uma bomba à vácuo sobre filtros Millipore de acetato de celulose com 0,45 micras de poro e 45 mm de diâmetro. esta metodologia foi descrita por MELLO et alii (1974) para as condições Oceânicas e foi adaptada para as condições da área em estudo (HARTMANN, 1980).

Medidas ambientais de temperatura e salinidade da água foram feitas em diferentes profundidades por meio de um termossalinômetro de indução. Algumas determinações comparativas destes dois parâmetros foram efetuadas respectivamente pelo termômetro de cubeta e análise de água pelo método de Knudsen.

Foi realizado um levantamento da precipitação na bacia da Laguna dos Patos (Fig. 3) relativo ao período de amostragem a partir dos dados fornecidos pelo Boletim Agroclimatológico publicado pelo INEMET (Instituto Nacional de Meteorologia) do Ministério da Agricultura.

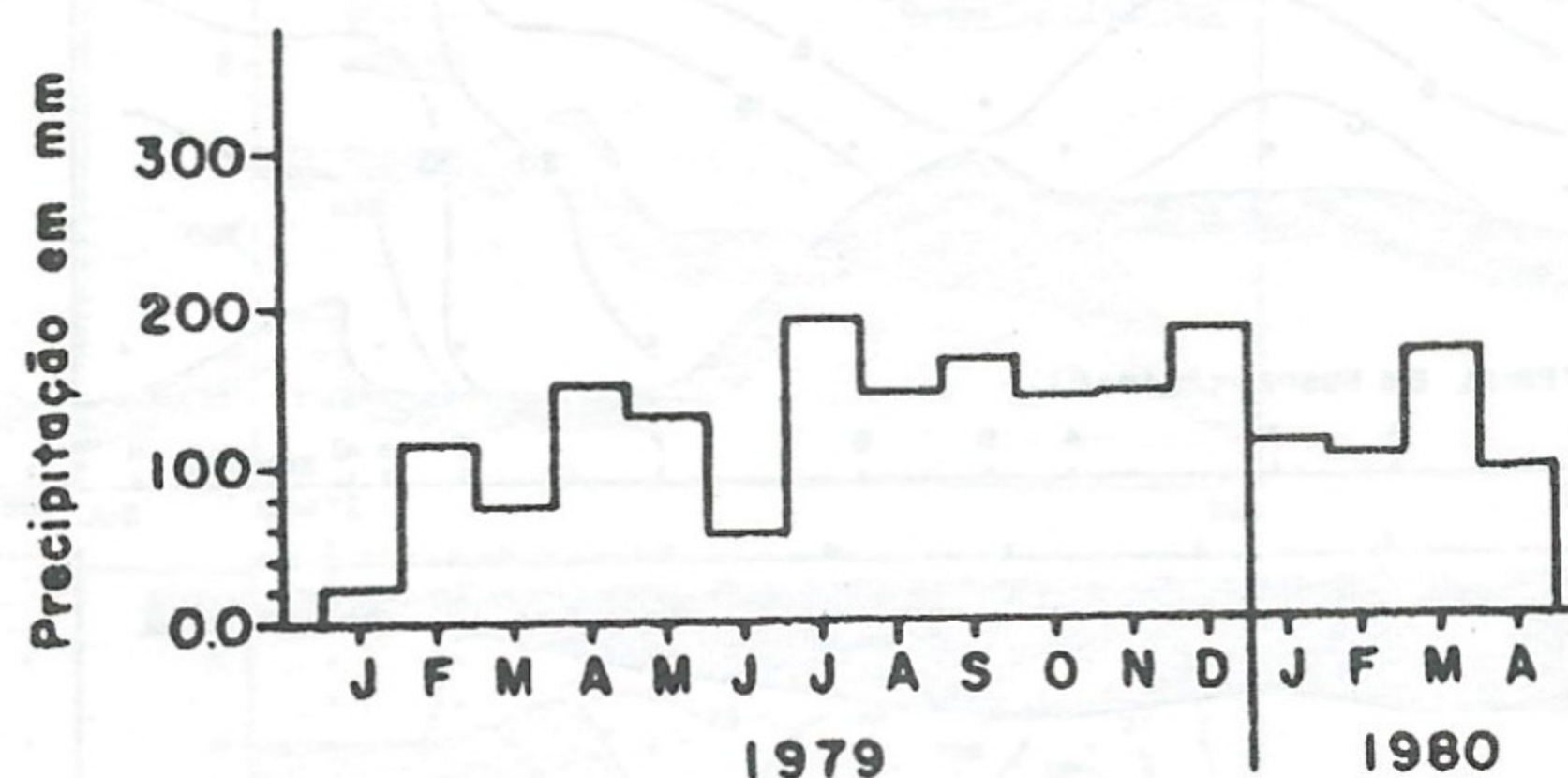


FIG. 3 - BALANÇO MÉDIO MENSAL DA PRECIPITAÇÃO NA BACIA DE DRENAGEM DA LAGUNA DOS PATOS - RS.

3. RESULTADOS

3.1. CR. MS I: 02 de abril de 1979

No Perfil AA' da Figura 4, temos um estuário parcialmente estratificado com salinidades variando de 13‰ (I. Mal. Deodoro) às 23‰ na região do Porto Novo. Esta instrução salina está provavelmente associada com a ação de ventos do quadrante Sul. Praticamente não há estratificação térmica, com temperaturas ao redor de 23°C. A transparência diminui em direção à barra, talvez devido à maior dinâmica da área, uma vez que o estuário se estreita nesta região ocasionando a ressuspensão do material depositado. Isto é comprovado pelo perfil de distribuição do material em Suspensão que

apresenta um máximo na região entre o Farolete do Diamante e o Porto Novo, diminuindo em direção a parte mais interna do estuário. Observa-se também que o MS aumenta em direção ao fundo.

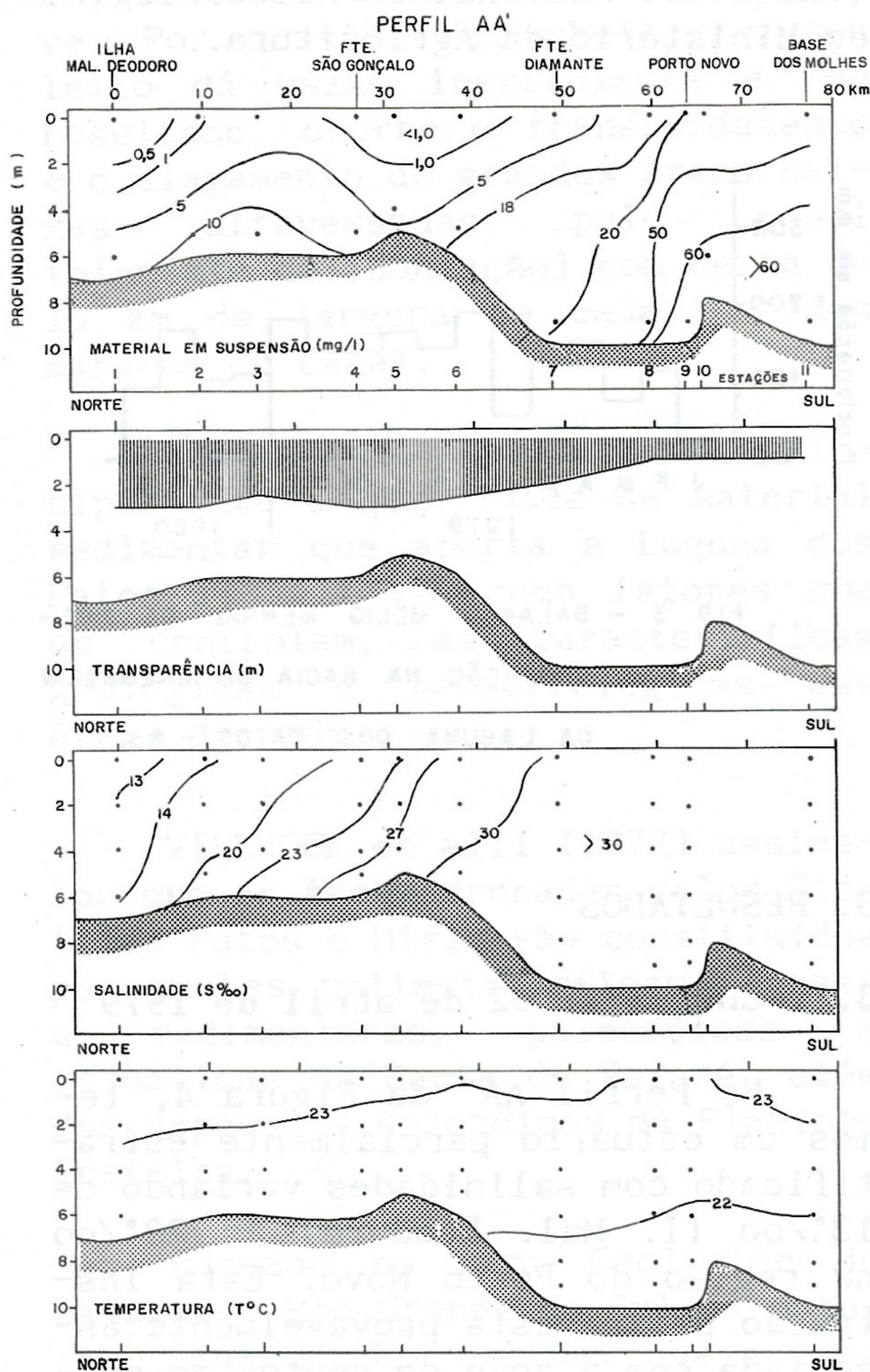


Fig. 4 – CR MS I – 02/04/79

3.2. CR. MS II: 08 e 09 de Maio de 1979

No perfil AA' da Figura 5, novamente a situação é a de um estuário parcialmente estratificado, com a penetração de água salgada associada

a ação dos ventos do quadrante Sul (SW), sem estratificação térmica e onde a transparência apresenta a mesma tendência anterior, no entanto com menor amplitude.

Com relação ao MS, nota-se dois máximos: um associado a penetração de água de maior carga sedimentar do Canal São Gonçalo e outra situação novamente na região do Porto Novo e Canal do Norte.

O Perfil BB' da Figura 5, diferencia-se do Perfil AA' pelo menor teor de MS uma vez que esta região não recebe aportes importantes de afluentes, como ocorre com o Canal do São Gonçalo, na margem Oeste.

3.3. CR. MS III: 04 e 05 de Junho de 1979

O Perfil AA' da Figura 6, apresenta outra vez a situação como sendo de um estuário parcialmente estratificado, a salinidade tendo menor amplitude do que nos casos anteriores. Máximos (20° e $21^{\circ}/\text{oo}$) são observados próximo ao fundo, mostrando talvez águas represadas, já que no CR. MS II assinalamos Salinidade de $28^{\circ}/\text{oo}$. O gradiente térmico é bastante reduzido, os ventos do quadrante Sul (SW e SE) e a transparência apresenta as mesmas tendências anteriores ou seja, diminuir em direção a desembocadura do Estuário, devendo-se salientar os altos valores obtidos (variação de 6 a 3 metros). Estes valores estão bem relacionados com os baixos valores encontrados para o MS em cada um dos perfis onde é observado o aumento em direção as maiores profundidades.

Praticamente repete-se na re-

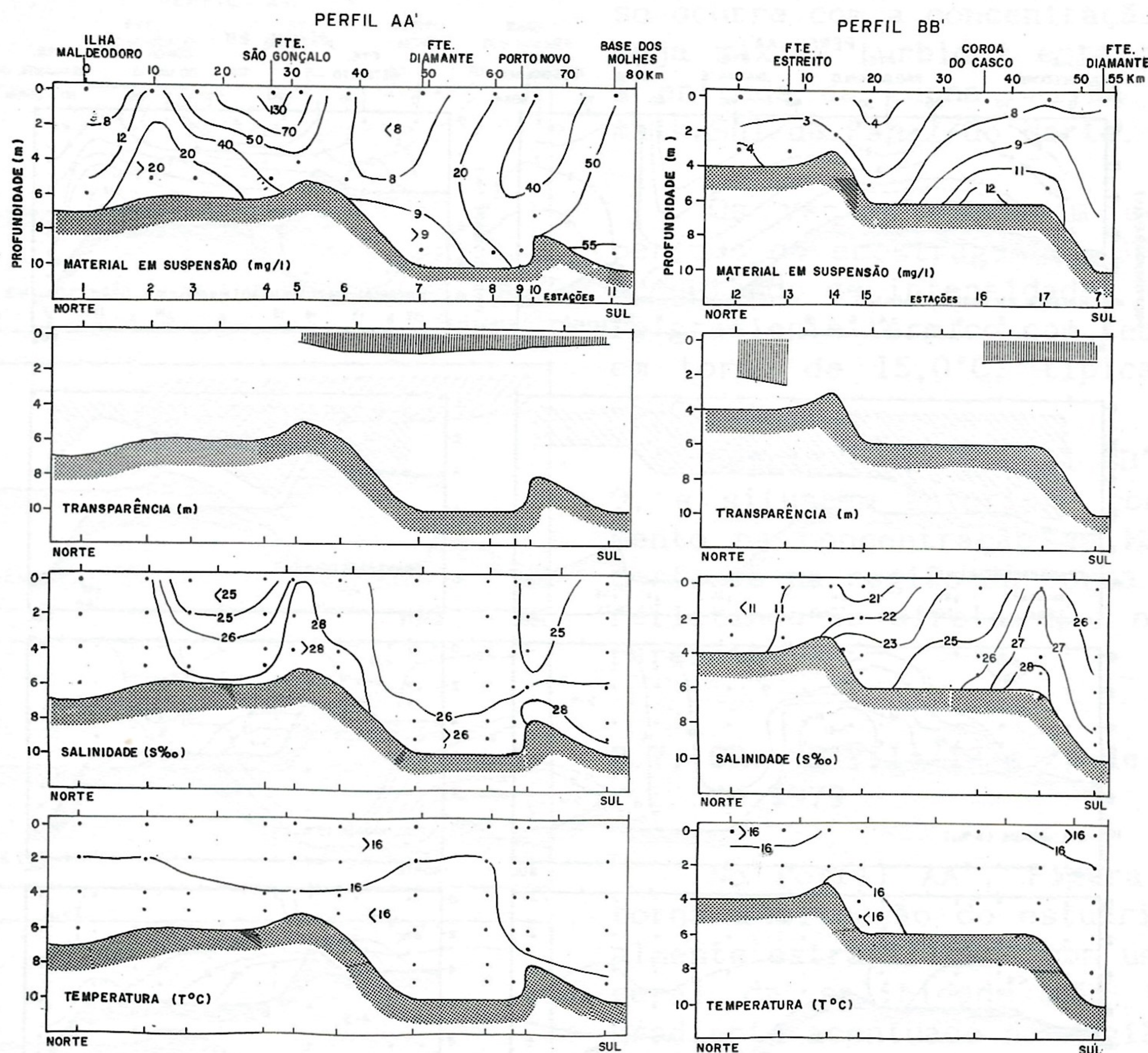


Fig. 5 – CR MS II – 08 e 09/05/79

giao do Perfil BB' (Figura 6) as mesmas condições do perfil AA'.

3.4. CR. MS IV: 22 de Junho de 1979.

Neste cruzeiro, observa-se no Perfil AA' da figura 7, que repete-se a situação anterior, com estuário parcialmente estratificado, ocorrendo um decréscimo mais acentuado nos valores de salinidade. Ainda na mesma região do CR MS III, ocorre alto valor para a salinidade (20‰).

As baixas concentrações de MS, refletem-se na alta transparência (6

à 3 metros) esta tendo a mesma tendência das situações anteriores de diminuir em direção à Barra. A temperatura é típica para esta época do ano (23°C), não ocorrendo praticamente estratificação térmica.

3.5. CR. MS V: 09 e 10 de Julho de 1979

Observa-se pela Figura 8, Perfil AA', que ocorre uma diminuição crescente da salinidade devido às maiores precipitações nesta época (Fig. 3), em toda a área no entanto

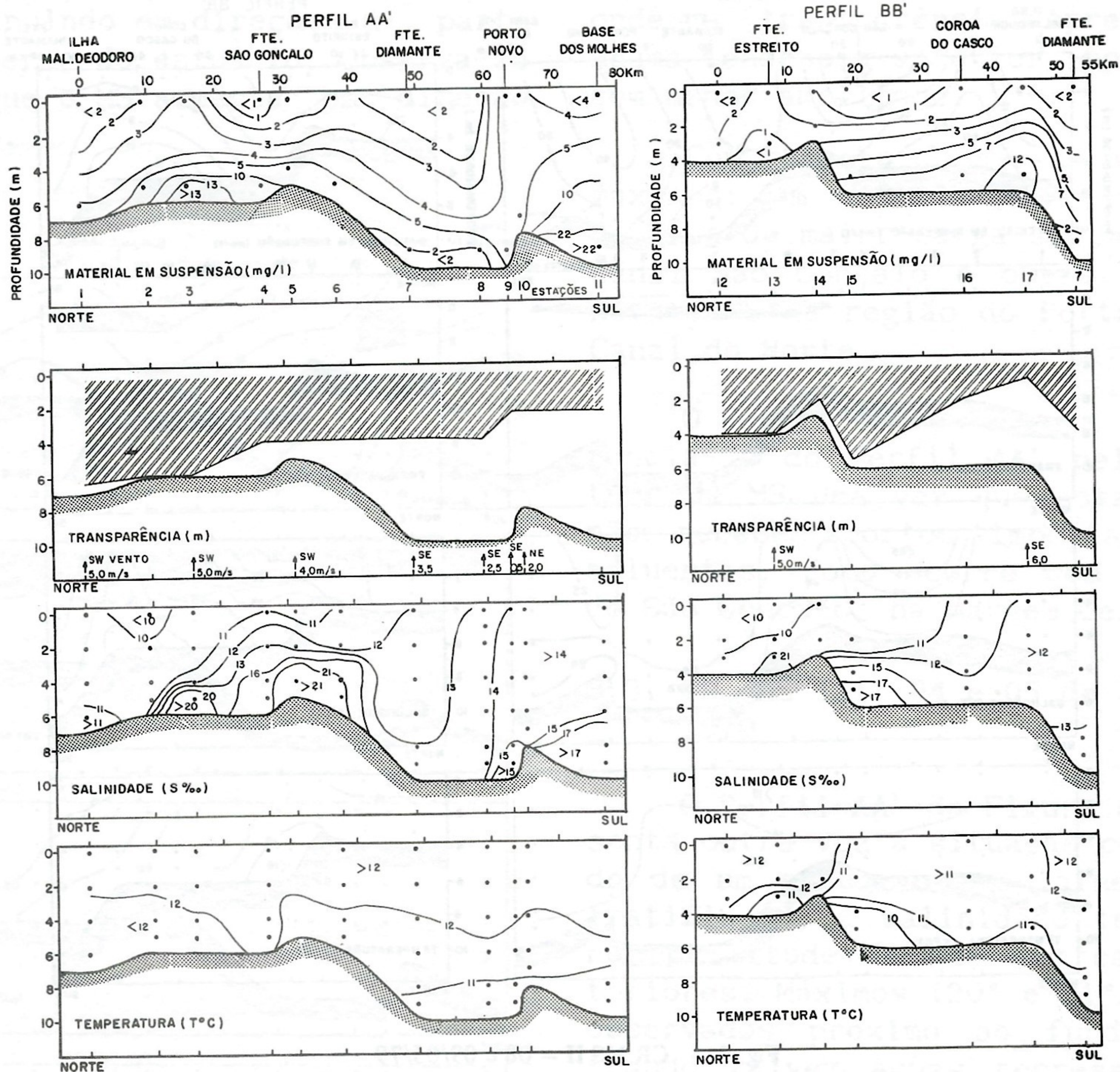


Fig. 6 – CR MS III – 04 e 05/06/79

ainda caracterizando um estuário parcialmente estratificado. Permanece, como nas situações anteriores, alta salinidade (16‰) no fundo da estação 3 (Coroa dos Patos). A Transparência diminui com relação as situações anteriores devido às maiores concentrações de MS, permanecendo a mesma tendência, já assinalada, em diminuir em direção à desembocadura do estuário.

No Perfil BB' da Figura 8, repete-se a situação já descrita no CR MS III, com baixa concentração de

MS, alta transparência (6 à 4 metros) com a mesma tendência em diminuir para o Sul. A concentração de MS de 60 mg/l que ocorre no fundo do Canal do Norte (estação 8) e no Porto Novo (estação 9) poderia caracterizar a Turbidez máxima que ocorre associada ao limite de penetração da água salgada.

3.6. CR. MS VI: 15 e 16 de Agosto de 1979

No Perfil AA' da Figura 9, observa-se um estuário homogêneo com

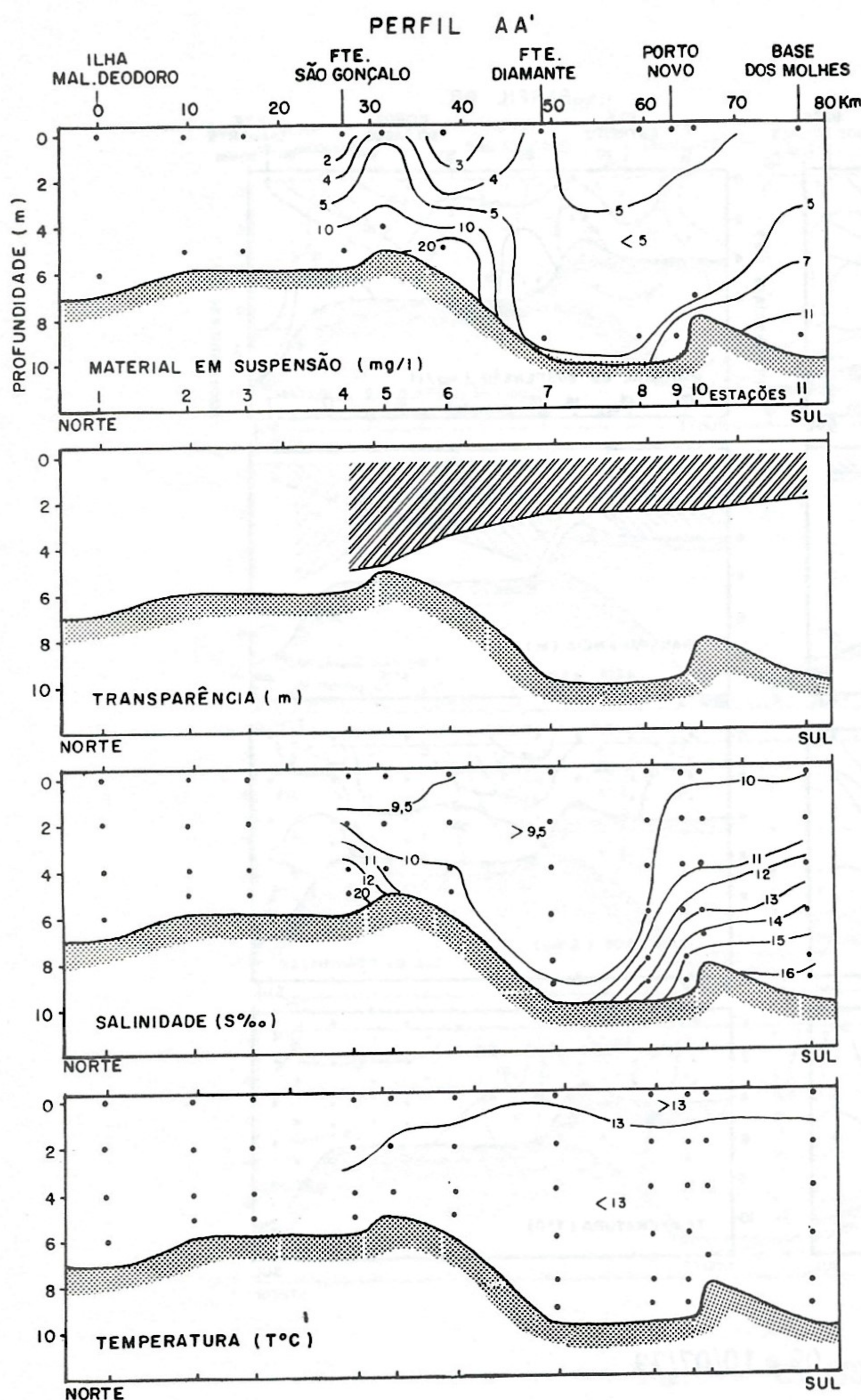


Fig. 7 – CR MS IV – 22/06/79

salinidade em torno de 5‰ , com exceção da região do Forte São Gonçalo onde ocorre um pequeno gradiente (2‰ na superfície e 5‰ no fundo) devido à mistura da água doce proveniente do Canal São Gonçalo.

A Transparência é alta na região da Ilha Mal. Deodoro, diminuindo para um valor mínimo (0,20 metros) no Fte. São Gonçalo. Permanece no entanto a mesma tendência dos Cruzeiros anteriores, em diminuir

(transparência) para o Sul. O inverso ocorre com a concentração do MS e cuja máxima turbidez está associada à entrada da Cunha Salina na parte mais Sul do Canal do Norte.

Os ventos rondaram durante o período de amostragem de SW para NE aumentando de intensidade. Não ocorre gradiente térmico com temperatura em torno de $15,0^{\circ}\text{C}$, típica para a época do ano.

Repete-se no Perfil BB', Figura 9, a situação anterior, com um aumento na concentração de MS na superfície na região da coroa do Casco refletindo-se diretamente na transparência.

3.7. CR. MS VII: 19 e 20 de Setembro de 1979

No Perfil AA', Figura 10, retorna a situação do estuário parcialmente estratificado com um aumento geral da salinidade não tendo um gradiente acentuado na região do Canal do Norte (16‰ superfície e 18‰ no fundo). Repete-se no fundo da estação 4 (Fte. São Gonçalo) salinidade de 20‰ como na maioria dos Cruzeiros anteriores. Apesar da salinidade ser alta, encontramos menor transparência comparativamente as situações anteriores, esta não ultrapassando 2 metros tendo a mesma tendência de diminuir em direção à Barra. Exceção da estação 4, onde repete-se a menor transparência (0,10 metros) devido a influência de desague no Canal São Gonçalo, o que também observa-se pela diminuição da salinidade (3‰).

Quanto ao MS, ocorre um aumento considerável, principalmente na re-

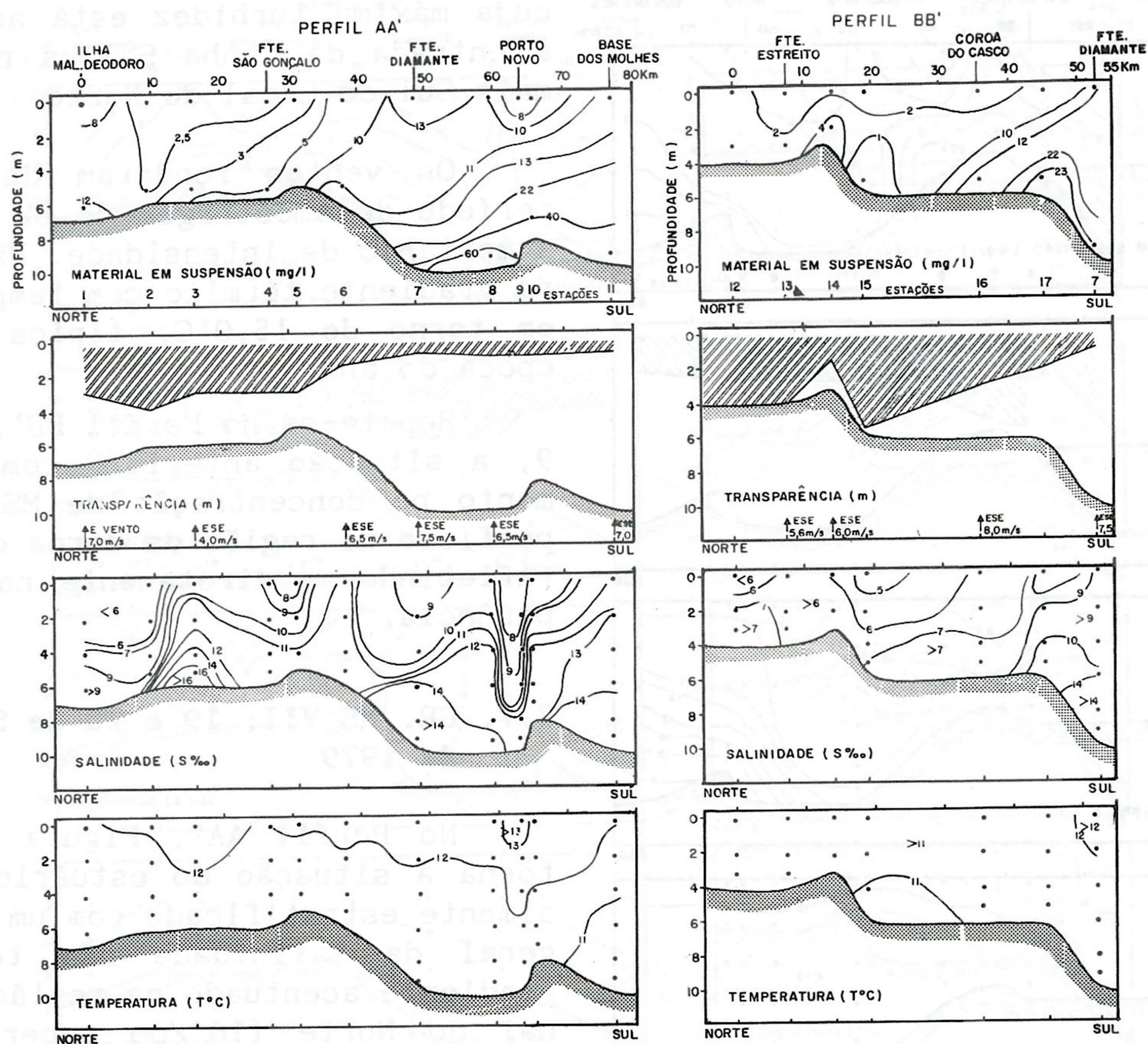


Fig. 8 – CR MS V – 09 e 10/07/79

gião do aporte de água do Canal São Gonçalo (50 mg/l) e no Canal do Norte (30 mg/l superfície e 60 mg/l no fundo) indicando o lugar de maior turbidez. Deve-se notar, que apesar da alta salinidade encontramos maior concentração de MS do que no Cruzeiro anterior, que poderia estar associado à ocorrência de ventos do quadrante Norte (NE - 6 m/s) que auxiliaria no transporte dos sólidos em suspensão pelo aumento da velocidade da corrente na direção da desembocadura do Estuário.

A temperatura registrada foi menor do que na situação anterior (14°C) e seria devido a água marinha, no entanto característica para esta época do ano.

Temos no Perfil BB', Figura 10, um aumento acentuado na concentração do MS com relação a situação anterior, no entanto com distribuição mais homogênea o que reflete-se na transparência, esta diminuindo ligeiramente em direção ao Sul.

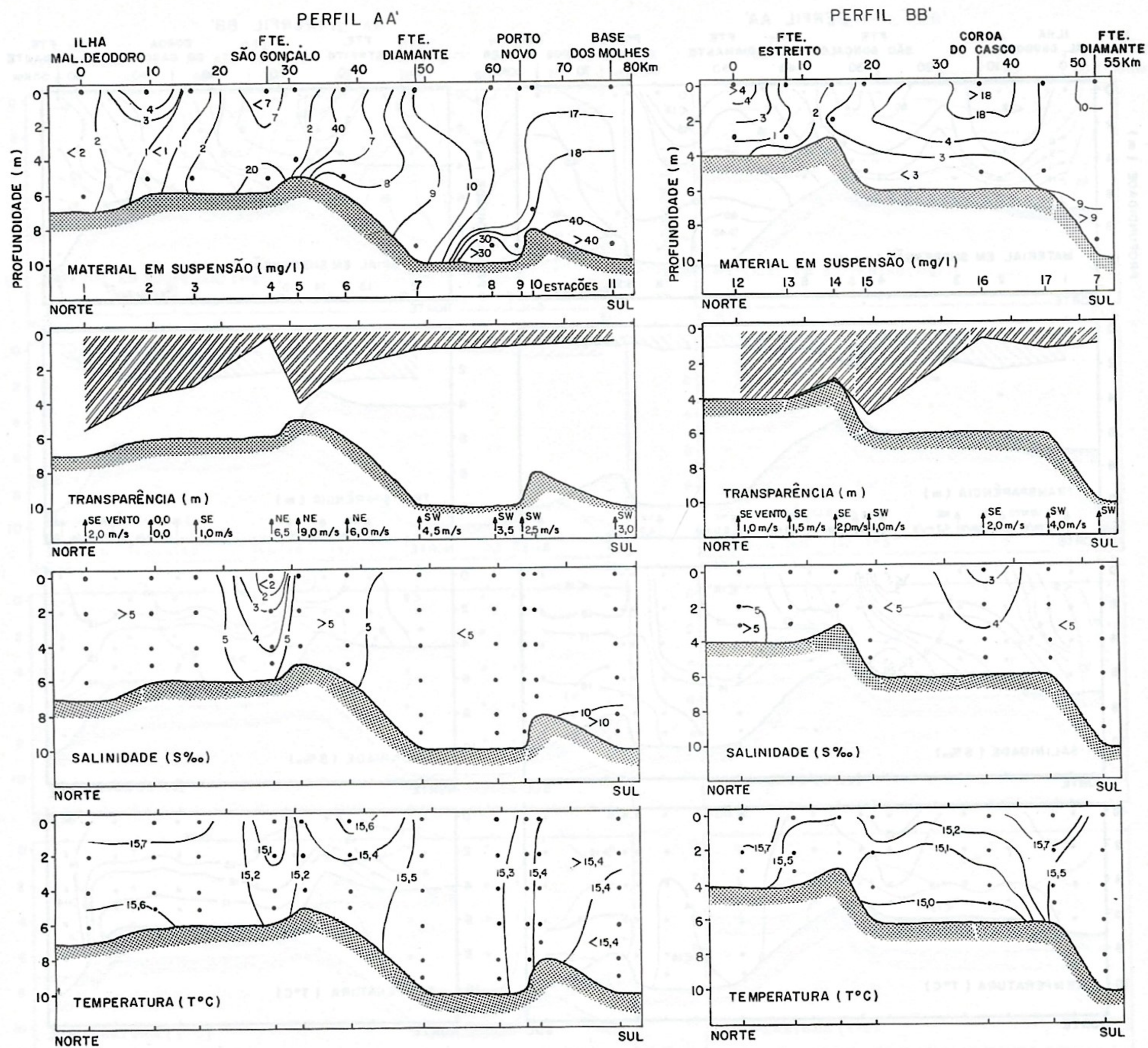


Fig. 9 – CR MS VI – 15 e 16/08/79

3.8. CR. MS VIII: 8 e 9 de Outubro de 1979

Observa-se neste Cruzeiro, que no Perfil AA', Figura 11, ocorre uma grande diminuição da salinidade, com estuário homogêneo e apresentando cunha salina no fundo do Canal do Norte (11‰). O aporte de sólidos em suspensão provenientes do Canal São Gonçalo é bem expressivo. É nesta região que a salinidade praticamente cai a zero (menor do que $0,9\text{‰}$) da superfície ao fundo, re-

fletindo-se diretamente na transparência, mas conservando a mesma tendência de diminuir em direção à Barra.

A turbidez máxima estaria localizada na região do Porto Novo (99 mg/l).

Os ventos rondaram do quadrante Sul para o Norte e a temperatura é típica para esta estação do ano e em torno de 18°C .

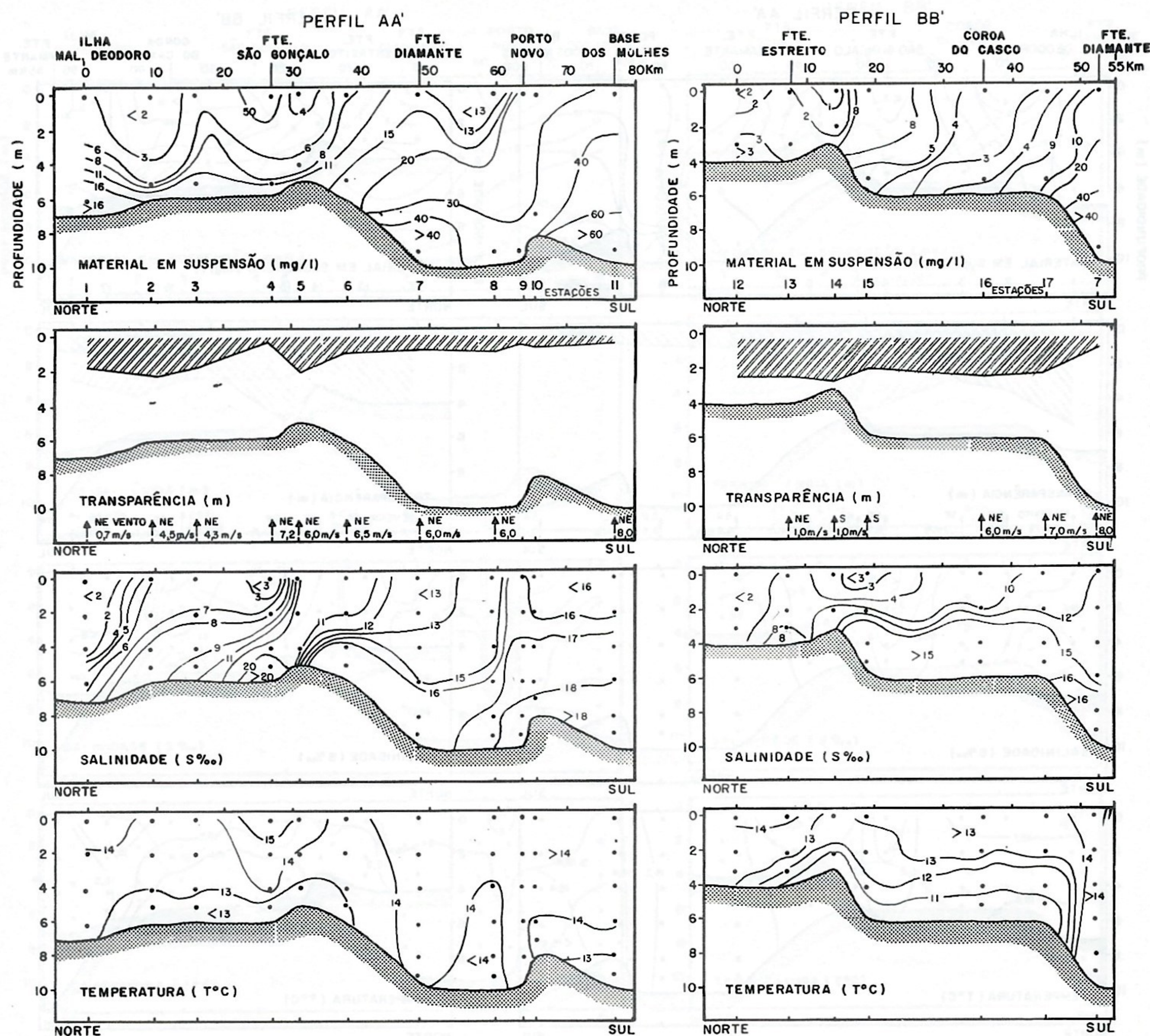


Fig. 10 – CR MS VII – 19 e 20/09/79

No Perfil BB', Figura 11, ocorre um pequeno aumento de MS em toda a coluna de água o que reflete-se na transparência que é menor do que o Cruzeiro anterior e diminui em direção à Barra.

3.9. CR. MS IX: 26 e 27 de Outubro de 1979

No Perfil AA', Figura 12, repete-se a situação do Cruzeiro MS VIII com estuário homogêneo, apresentando cunha salina na região do Canal do

Norte (20‰), influenciada pelos ventos do quadrante Sul (SE e SW).

Pela Figura 3, nota-se a maior precipitação nos meses de Agosto e Setembro, o que pode-se notar na baixa salinidade e na maior concentração de MS de superfície, principalmente no que diz respeito ao canal de São Gonçalo (70 mg/l) e refletindo-se na transparência que diminui agora no sentido inverso das anteriores, fato este devido ao aporte das águas da Laguna dos Patos

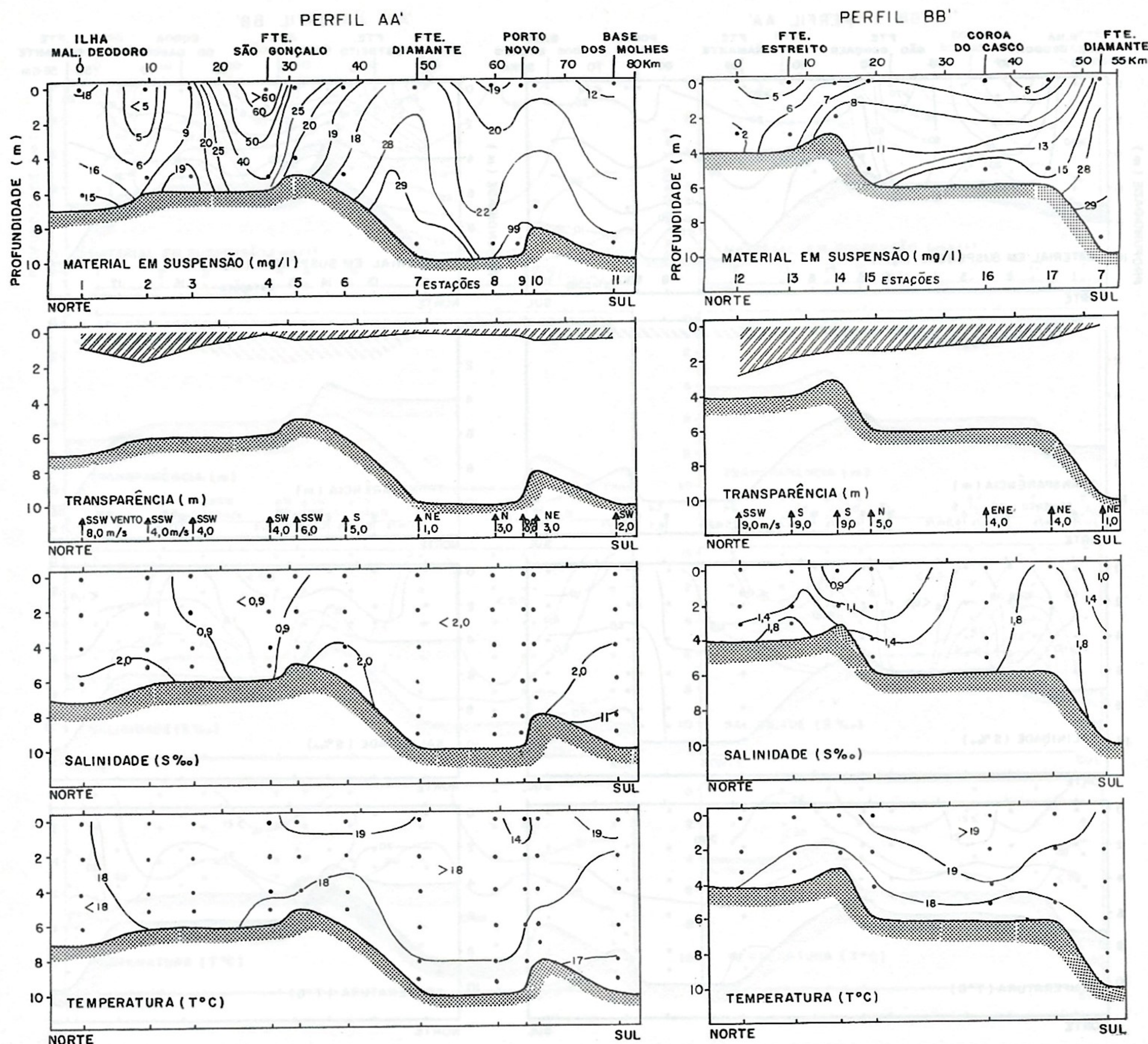


Fig. 11 – CR MS VIII – 08 e 09/10/79

com maior concentração de sólidos em suspensão em resposta às maiores precipitações na sua bacia de drenagem (Figura 3).

No Perfil BB', Figura 12, torna-se bem evidente um maior aporte de MS pelas águas da Laguna onde observa-se valores maiores na superfície (40 mg/l) e no fundo (10 mg/l). A transparência também diminui em direção inversa com 0,10 metros.

3.10. CR. MS X: 12 e 13 de Novembro de 1979

No Perfil AA', Figura 13, repete-se as situações dos dois Cruzeiros anteriores, com estuário homogêneo e apresentando a menor salinidade (0,5‰). Ocorrência de intrusão salina (15‰) no fundo do Canal do Norte, provavelmente devido aos ventos do quadrante Sul (SE e SW).

Praticamente não há estratificação térmica, com temperaturas ao

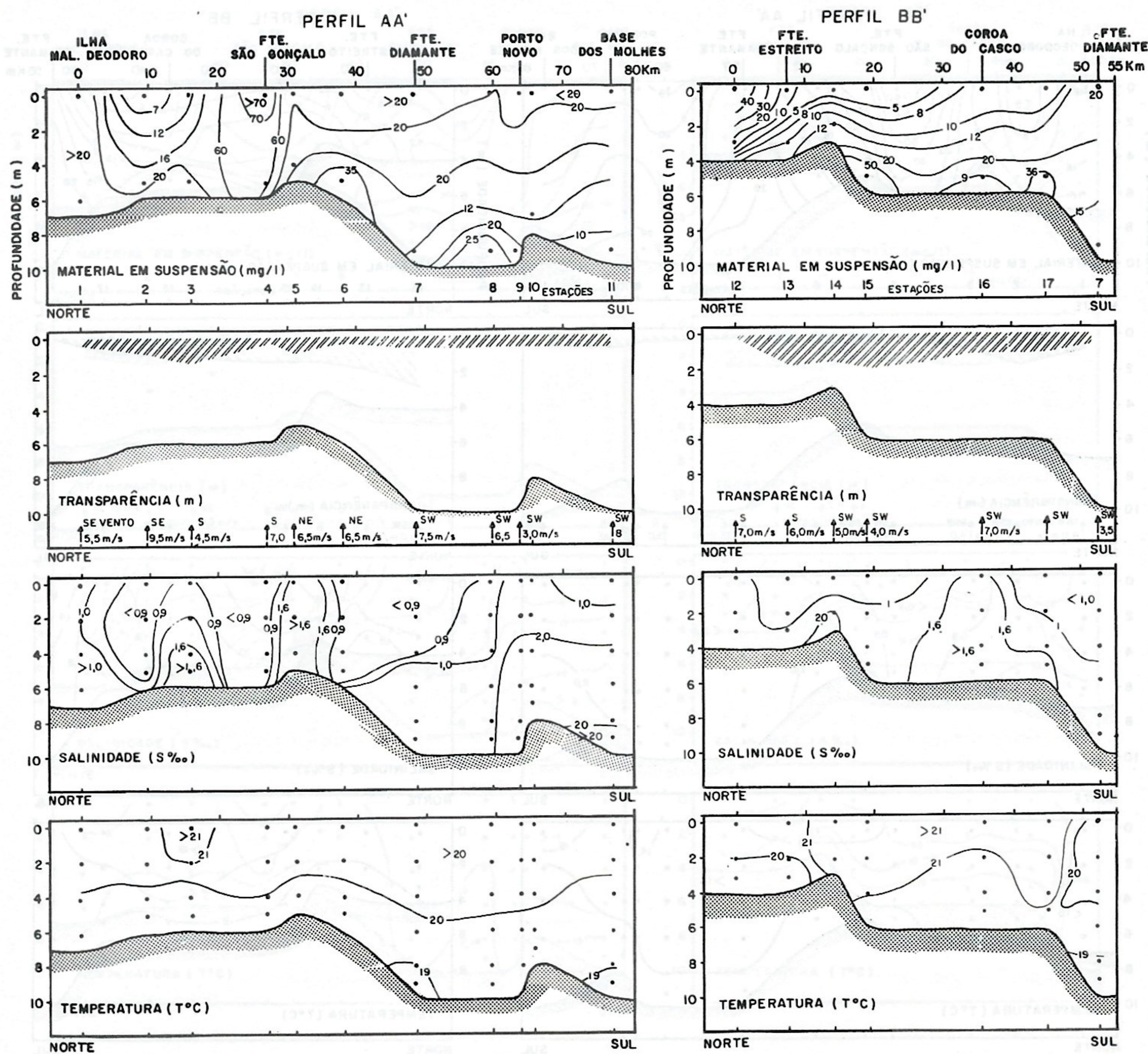


Fig. 12 – CR MS IX – 26 a 27/10/79

redor de 20°C típica para esta época do ano. A transparência é praticamente a mesma em todo o perfil e de pequena amplitude (0,40 metros em média).

As maiores concentrações de MS são encontradas na superfície e próximo da Ilha Mal. Deodoro (90 mg/l) diminuindo para o fundo (16 mg/l) como resultado ao aporte das águas provindas do norte da Laguna dos Patos.

A influência do aporte de água do Canal São gonçalo (40 mg/l) também é evidente.

Com relação ao Perfil BB', Figura 13, não encontramos a influência das águas da Laguna, mas a concentração de MS de maneira geral é alto aumentando em direção ao fundo. A transparência é praticamente a mesma em todo o perfil e baixa, 0,20 metros.

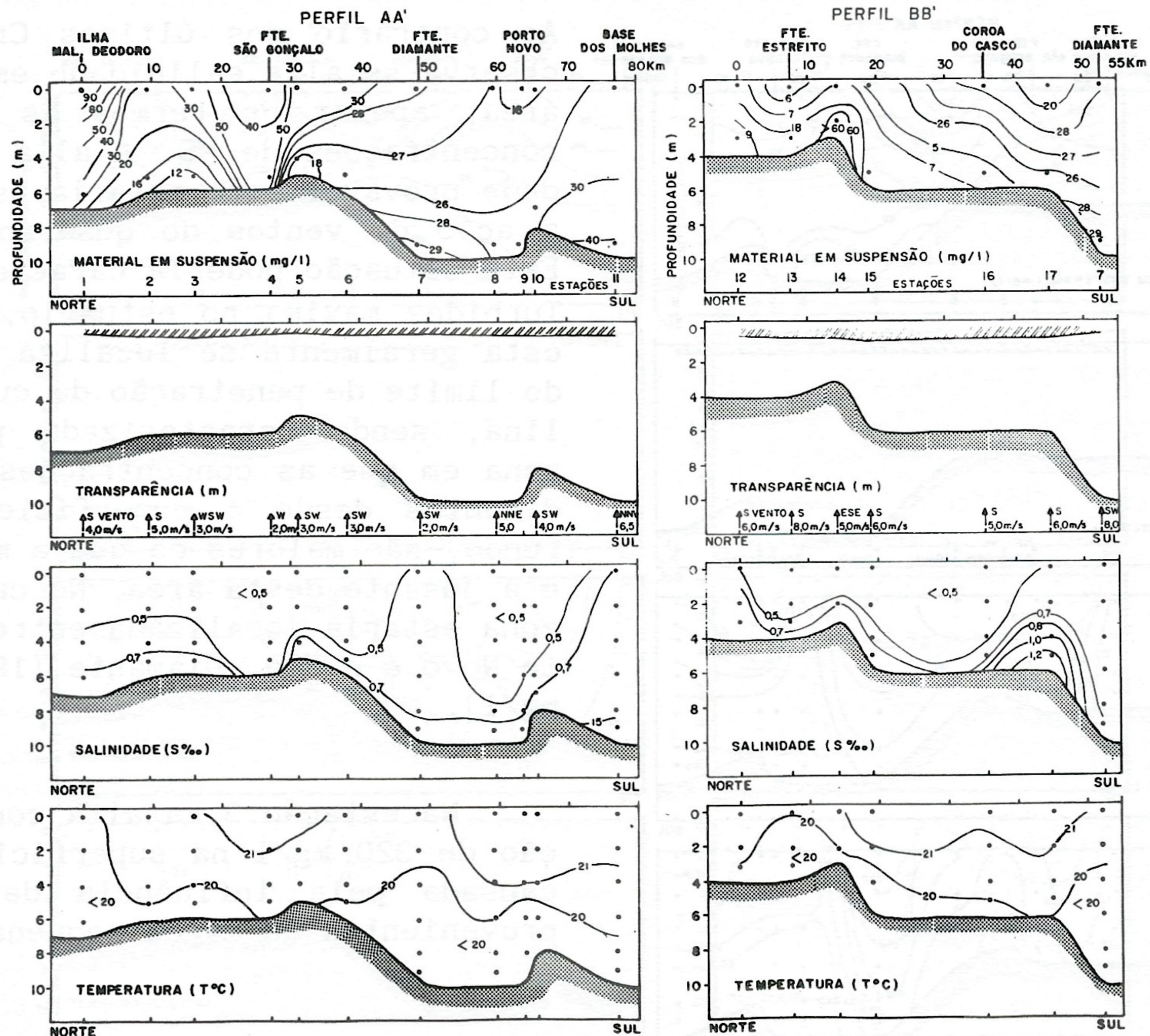


Fig. 13 – CR MS X – 12 e 13/11/79

No perfil de salinidade temos na estação 17 um ligeiro aumento de salinidade em direção ao fundo ($1,2\text{‰}$) o que poderia ser remanescente da situação anterior.

3.11. CR. MS XI: 19 de Dezembro de 1979

Observa-se pelo Perfil AA', Figura 14, alta concentração de material em suspensão (80 mg/l) na superfície diminuindo em direção ao

fundo (45 mg/l), como consequência ainda do aporte de água da Laguna dos Patos. Esta concentração reflete-se na transparência que apresenta baixos valores, ($0,10$ metros) e é praticamente a mesma em toda a região do perfil, e na salinidade caracterizando um estuário homogêneo.

Apesar do grande aporte de água doce e de soprar ventos do quadrante Norte, ainda podemos observar uma intrusão de água salgada (6‰), no

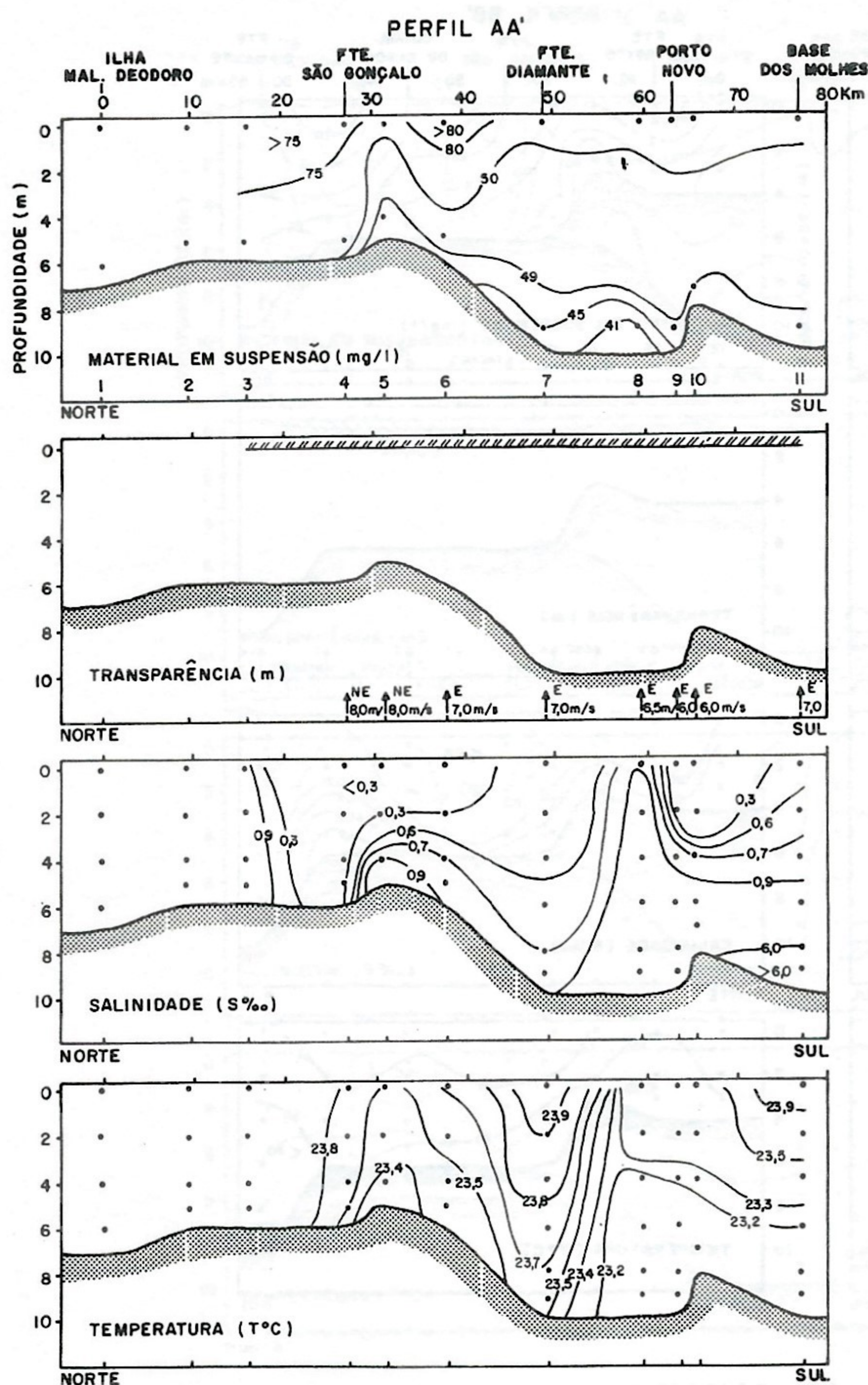


Fig. 14 - CR MS XI - 19/12/79

fundo do Canal do Norte. Não existe praticamente estratificação térmica com temperaturas em torno de 23°C , típicas para esta época do ano.

3.12. CR. MS XII: 23 e 24 de Janeiro de 1980

Perfil AA', da Figura 15, apresenta um estuário parcialmente estratificado com salinidades variando

entre $7^{\circ}/\text{oo}$ (Ilha Mal. Deodoro) e $29^{\circ}/\text{oo}$ na região do Canal do Norte.

Ao contrário dos últimos Cruzeiros observa-se alta salinidade em toda a área, apesar de termos as maiores concentrações de MS. A alta salinidade provavelmente estaria associado a ação de ventos do quadrante Sul. Esta situação poderia caracterizar a Turbidez máxima no estuário, já que esta geralmente se localiza próxima do limite de penetração da cunha salina, sendo caracterizada por uma zona em que as concentrações de sedimentos desde a superfície até o fundo, são maiores do que a montante e a jusante desta área. No caso esta zona estaria localizada entre o Porto Novo e o Fte. Diamante (180 à 360 mg/l).

Na estação 3, a alta concentração de 320 mg/l na superfície seria causada pela influência das águas provenientes da Lagoa pequena.

No Perfil BB', Figura 15, observa-se novamente a influência da grande concentração de sedimentos trazidos em suspensão pelas águas provenientes da Laguna dos Patos (200 mg/l) aumentando para o fundo. De uma maneira geral repete-se a alta concentração do Perfil AA', com a transparência diminuindo em direção ao Norte e com baixos valores, $0,15$ metros em média.

A alta salinidade observada deve-se, como no Perfil AA', aos ventos do quadrante sul.

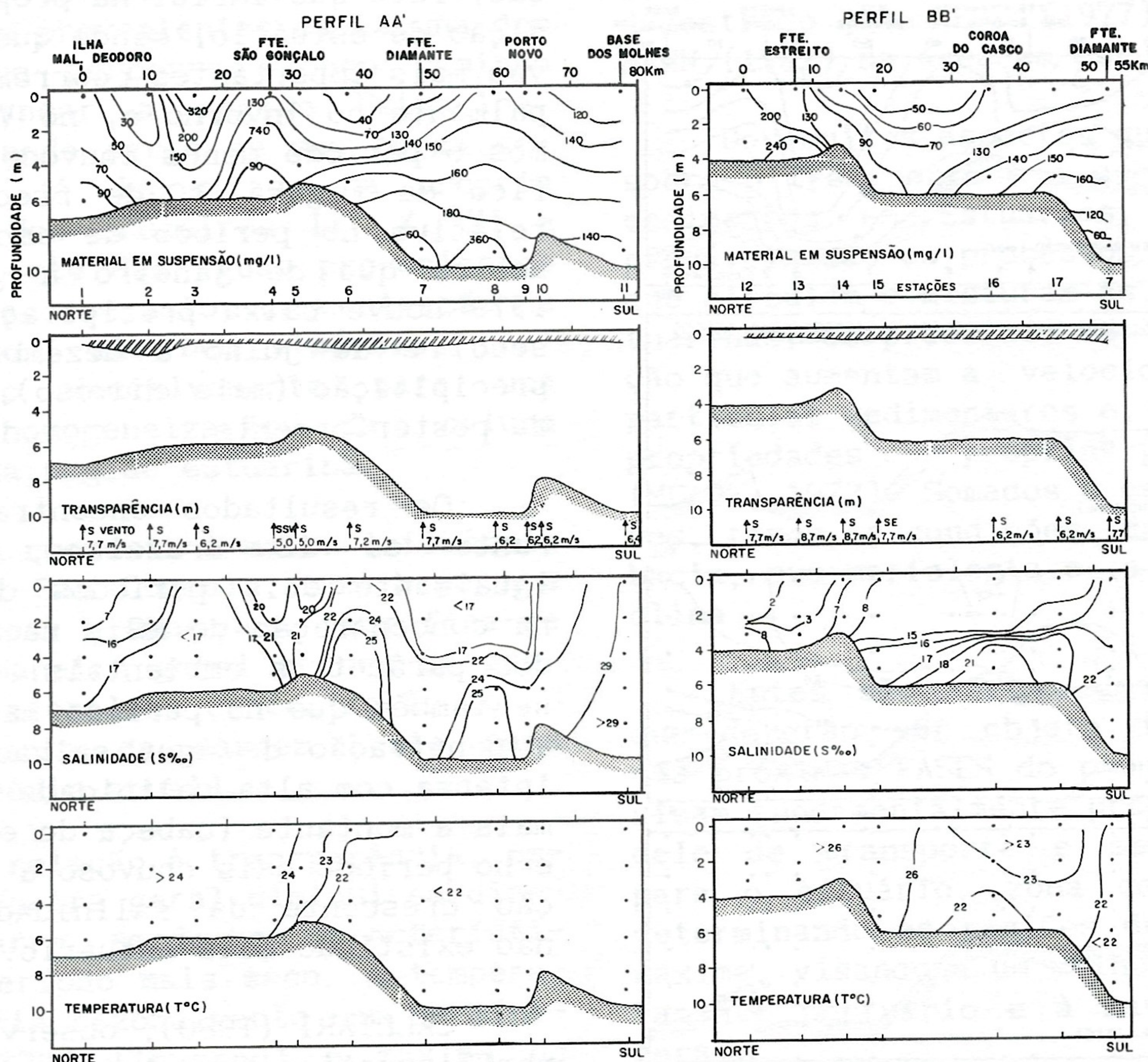


Fig. 15 – CR MS XII – 23 e 24/01/80

3.13. CR. MS XIII: 18 de Março de 1980

Pelo Perfil AA', Figura 16, podemos observar que praticamente repete-se a situação de Abril de 1979, com estuário parcialmente estratificado, salinidade entre 0,9‰ (Ilha Mal. Deodoro) e 32‰ no fundo do Canal do Norte. Ao contrário dos cruzeiros anteriores ocorre uma drástica diminuição do MS em toda a área, com exceção do fundo do Canal

do Norte (100 mg/l) associada provavelmente à ressuspensão de sedimentos do fundo pela intrusão da Cunha salina.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fisiograficamente, os estuários variam consideravelmente, sendo um tipo importante o chamado Estuário de Planície Costeira, comum ao longo

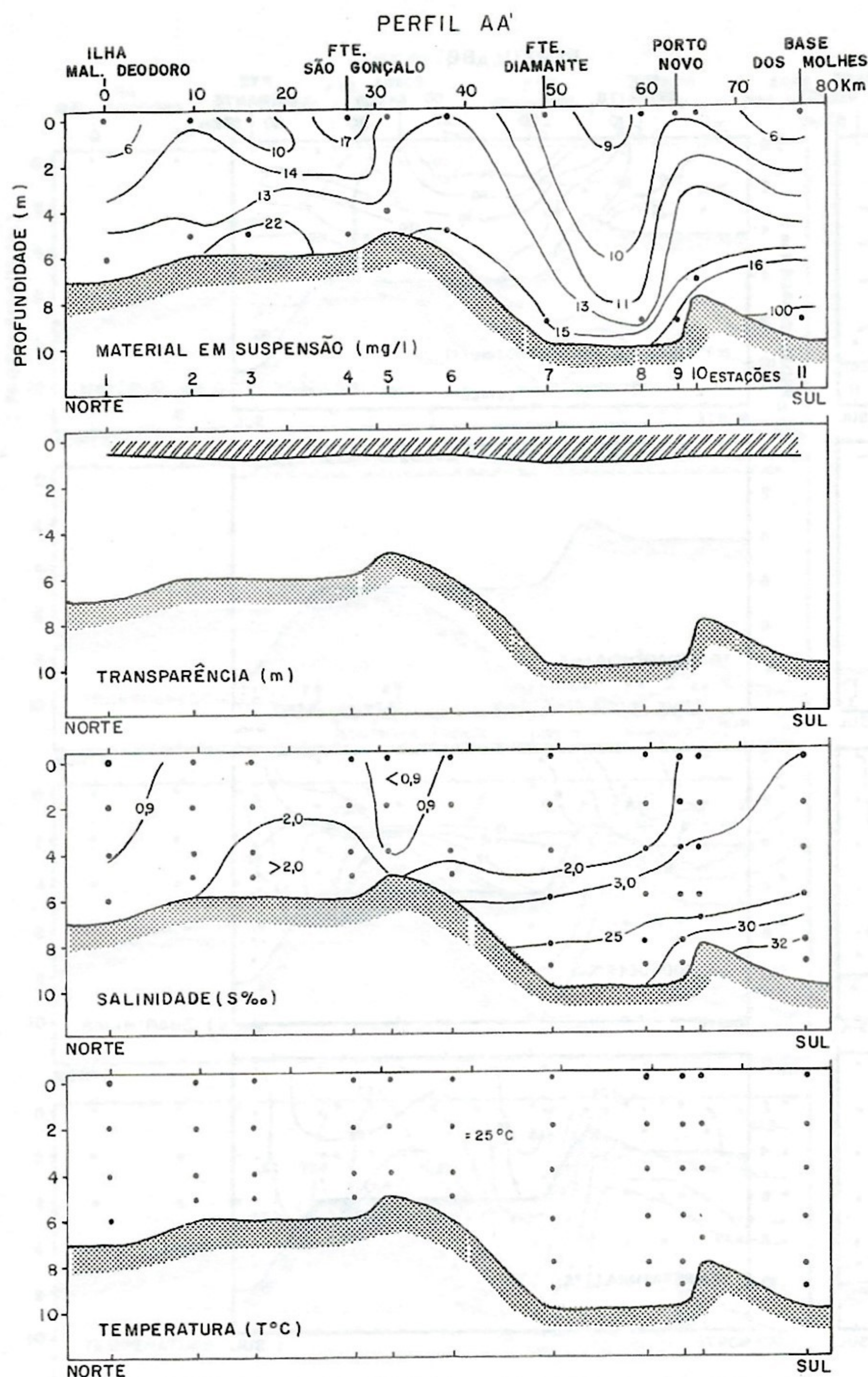


Fig. 16 - CR MS XIII - 18/03/80

das Costas do Atlântico Norte (ARNASON, 1984). A presente área em estudo enquadra-se nesta categoria com algumas peculiaridades que a tornam característico. Uma das mais importantes e que influi na distribuição dos sólidos em suspensão e parâmetros ambientais, é a sua conformação, cuja seção diminui em direção ao oceano, causando uma maior dinâmica das águas e influenciando inclusive na resuspensão de sedimentos já depositados.

Região de clima Sub-tropical, com épocas distintas de precipitação, fato que influi na própria condição de estuário, sendo que as chuvas mais importantes ocorrem principalmente no Inverno e, no Verão temos o período menos chuvoso. O gráfico da Figura 3, de precipitação relativo no período de amostragem, mostra que de janeiro a junho de 1979 houve baixa precipitação (mais seco) e de julho à dezembro maior precipitação (mais chuvoso), decaindo posteriormente.

Os resultados encontrados durante os 13 cruzeiros, mostram igualmente dois períodos distintos na concentração de MS e na variação dos parâmetros ambientais. Observa-se também que no período mais seco, a penetração de água salgada é bem intensa com alta salinidade na parte mais a montante (cabeça do estuário) e no período mais chuvoso a diminuição crescente da salinidade quase não existindo mais estuário.

CALLIARI (1980), observa que em perfil vertical o estuário comporta-se dentro dos quatro tipos propostos por PRITCHARD (1955), dependendo do regime hidrológico dominante.

Deve-se ressaltar, entretanto, que a penetração de água salgada está muito influenciada pelos ventos que tem papel importante, principalmente quando sopram do quadrante Sul e coincidem com períodos de maré alta, permanecendo sua ação por algum tempo (dias).

Bem característica é a influência do Canal São Gonçalo com tributário para o estuário, tendo proporcionalmente maior carga sedimentar

em suspensão a maior parte do ano, pelo fato de desaguar diretamente na região estuarina. O mesmo não ocorre com águas provenientes da Laguna dos Patos que percorrem longo caminho até alcançar a região Estuarina, tendo grande parte de sua carga sedimentar já depositada na própria laguna. Nos Cruzeiros IX, X, XI e XII o aporte das águas provenientes da Laguna, com maior concentração de sedimentos, são bem visíveis, contribuindo decisivamente para uma maior homogeneização da coluna d'água da região estuarina.

Como resposta à maior influência do Canal São Gonçalo, com base nos resultados alcançados, verifica-se de uma maneira geral ocorre um gradiente lateral na concentração do MS que aumenta da margem Leste para Oeste (média anual).

Com relação à transparência, esta de maneira geral diminui em direção à Barra, sendo bem característico no período mais seco. A temperatura varia sazonalmente com um mínimo de 13°C (inverno) e máximo de 25°C (verão) não existindo praticamente estratificação térmica.

Quanto ao material exportado para a região Costeira e Oceano, este varia de acordo com a maior vazão da Laguna em decorrência das maiores precipitações. É importante observar, que como na maior parte do ano predominam ventos do quadrante Norte, principalmente NE, estes são fatores decisivos para aumentar a exportação de sedimentos pelo Canal do Norte.

Auxílio importante, no acompanhamento e delimitação da penetração

da "pluma" para o Oceano, bem como de outros aspectos, são as técnicas de Sensoriamento Remoto Orbital, já demonstrado por HERZ (1977) e HARTMANN (1982) na área em estudo.

Dos muitos aspectos que influem sobre o transporte e a deposição de sedimentos em Estuários, os mais prováveis são os processos dinâmicos que circulam e misturam as águas estuarinas, os processos de aglutinação que aumentam a velocidade das partículas sedimentares e, talvez as propriedades das próprias partículas (MEADE, 1972). Somados a estes fatores, temos as condições da própria bacia, sua morfologia e a ação do clima.

Estes são alguns dos aspectos que deverão ser objeto de estudos nas próximas FASES do projeto e que visam fundamentalmente propor um modelo de transporte e sedimentação para o estuário, zona costeira e, determinando as regiões de Turbidez máxima, visando a um melhor aproveitamento portuário e à navegação em geral.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos aqueles que colaboraram na execução deste trabalho. Em especial, à Laboratorista Marly Torales pelos trabalhos de laboratório e aos alunos do Curso de Oceanologia que auxiliaram nos trabalhos de campo.

Agradecemos ainda à Desenhista Elizabeth Bulla pela confecção das ilustrações e à Fundação Universida-

de do Rio Grande (FURG), à Financiadora de Projetos (FINEP) e ao Conse

lho Nacional Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNASON, G. Estuary Modeling. In: Matthews, Smith and Goldber Man's impact on terrestrial and oceans ecosystems. Ed. The Massachusetts Institute of Technology, 1984, Vol. 1, cap. 26, p. 431-447.

ASTON, S.R. Estuarine Chemistry. In: J.R. Riley and R. Chester Chemical oceanography. 2ª ed. London, Academic Press, 1978. Vol.7, cap. 41, p. 362-435.

CALLIARI, L.J. Aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências, 1980 (Tese de Mestrado).

_____ ; GOMES, M.E.V.; GRIEP, G.H. & MÖLLER Jr, O.O. Características sedimentológicas e fatores ambientais da região estuarial da Lagoa dos Patos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Camboriú, 1980. Anais. Camboriú, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980, vol. 2, p. 862-875.

DELANEY, P.V. Fisiografia e Geologia de superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Esc. Geol. UFRGS, vol. 6, 1965.

HARTMANN, C. et alii. Estudo do Material em suspensão e dissolvido das águas de superfície da Plata-

forma Continental do Rio Grande do Sul, entre Torres e Rio Grande (Operação Geomar XIII, de 19 a 27 de Novembro de 1979). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, Camboriú, 1980. Anais, Camboriú, Sociedade Brasileira de Geologia, 1980, vol. 2, p. 956-967.

_____.; CALLIARI, L.J. & CARDOSO, J.N. Aplicação do Sensoriamento Remoto nos processos Estuariais na Lagoa dos Patos, RS. Anais do II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Brasília, DF, 1982.

HERZ, R. Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos. São Paulo, Universidade de São Paulo,

MEADE, R.H. Sources and sinks of suspended matter on continental shelves. In: Shelf sediment transport (Swift Duane e Pilkey eds). Dowden, Hutchinson and Ross, inc., Stroudsburg, Pa. 1972, p. 249-262.

MELO, V.; SUMMERRHAYES, C.P. & TONER, L. Metodologia para o estudo do material em suspensão na água do mar. Projeto REMAC, 1974. Departamento de Geografia, 1977 (Tese de Doutorado).

INEMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Boletim Meteorológico. Ministério da Agricultura, Janeiro 1979 à Abril 1980.

OTTMANN, F. Une nouvelle bouteille horizontale. vol. 3, Fasc. 1, Ma-

rine Geology, Short communication, 1974.

SHELEY, P.E. Sediment measurement in Estuarine and Coastal areas. Washington, DC, NASA, 1976 (NASA CR-2769).

VILLWOCK, J.A.; MARTINS, I.R. & FORMOSO, M.L.L. Contribuição ao estudo da mineralogia das argilas dos sedimentos de fundo da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, sil) Estudos sedimentológicos, Natal 2 (1/2):3-14, 1972.

APÊNDICE A

POSIÇÃO DAS ESTAÇÕES - FASE I , 1979/80

ESTAÇÃO	LATITUDE(S)	LONGITUDE(W)
1	31°42',6	51°58',2
2	31°43',1	52°04',3
3	31°43',9	52°08',1
4	31°47',9	52°11',6
5	31°49',6	52°10',3
6	31°53',1	52°08',9
7	31°57',2	52°04',5
8	32°02',8	52°02',7
9	32°02',4	52°04',5
10	32°02',6	52°04',2
11	32°09',2	52°05',5
12	31°44',2	51°53',6
13	31°47',7	51°52',8
14	31°50',9	51°56',2
15	31°49',0	51°59',0
16	31°50',2	52°08',0
17	31°53',4	52°03',4