

ATAS DO VIII SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE
Campina Grande(Pb) novembro de 1977

MATERIAL EM SUSPENSÃO NAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA SUDESTE E SUL DO BRASIL, PRIMAVERA DE 1972

Carlos Ivan Santana *

ABSTRACT

Low temperature and low salinity surface waters off Santa Catarina and Rio Grande do Sul States in the spring of 1972, reflected the northward flow of the Malvinas Current. The warmer and more saline shelf waters off S. Paulo and Paraná States reflected the southward flow of the Brasil Current.

Low concentrations of terrigenous matter within the surficial waters (exceeding 1 mg/l only in scattered nearshore areas) indicated the low detrital input from coastal rivers. Most of the suspended matter in the middle and outer shelf waters was combustible organic matter; within patches of plankton blooms, combustible concentrations locally exceeded 50 mg/l. Frustules of silicate-producing diatoms predominated the non-combustible fraction in these offshore waters.

INTRODUÇÃO

Os comentários e observações aqui apresentados resultaram dos registros de temperatura, salinidade e da análise do material em suspensão, obtidos nas águas superficiais da plataforma continental sudeste e sul do Brasil, durante um cruzeiro geológico e geofísico realizado nos meses de novembro e dezembro de 1972. Esses levantamentos foram patrocinados pela CPRM, Petrobrás e DNPM, em associação com o CNPq e a DHN-MM, através o Projeto REMAC e realizados a bordo "N.Oc. Professor Bernard", do Instituto Oceanográfico da Universidade de S. Paulo.

As observações de temperatura e salinidade, registradas continuamente em um termo — Salinógrafo Bisset-Berman, foram anotadas de hora em hora, enquanto que o material em suspensão foi coletado a cada quatro horas, com auxílio de um balde plástico. Passou-se a água superficial através de um par de filtros Millipore pré-pesados, tendo cada um de seus poros uma abertura efetiva de 0.45 microns. O volume filtrado variou de um a dez litros, dependendo da concentração do material em suspensão. Coletou-se um total de 162 amostras de água superficial e processou-se um mesmo número de filtros Millipore (Fig. 1).

* Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Resumidamente, as técnicas de laboratório utilizadas nas análises do material em suspensão consistem no seguinte: após serem secados, os filtros são novamente pesados e a concentração total do material em suspensão é então calculada pela diferença entre as duas pesagens. A seguir, metade de cada um dos filtros é aquecida a 500 °C, de modo que se possa medir a concentração do material combustível. Porções das metades remanescentes são montadas em lâminas de vidro e estudadas no microscópio para determinar a natureza da fração não combustível. Mello et al (1975) descrevem detalhadamente as técnicas de laboratório empregadas para a análise e processamento dos filtros Millipore.

OCEANOGRAFIA

A oceanografia da plataforma continental sul e de parte da plataforma sudeste, tem características acentuadamente diferentes das demais regiões brasileiras. As Serras do Mar e Geral que ali bordejam o litoral forçam a maioria dos rios a correrem para oeste, contribuindo para a formação da bacia hidrográfica do rio Paraná. Os rios que eventualmente correm para o mar têm cursos relativamente curtos e, por drenarem áreas pequenas, carregam pouca quantidade de água doce para o oceano. Alguns dos maiores rios da região, como o Guaíba e o Jaguarão, desembocam em lagoas costeiras, Lagoas dos Patos e Mirim respectivamente, que assim, impedem suas águas carregadas de sedimentos de alcançarem diretamente o oceano aberto.

As águas da plataforma interior são caracteristicamente frias, chegando mesmo a alcançar 14 °C e têm baixa salinidade, com valores de até 25 o/oo (Emilsson, 1962), o que retrata o transporte para norte das águas costeiras sob a ação da Corrente Malvinas. Esta corrente é notadamente bem desenvolvida durante o inverno e nos primeiros meses da primavera, quando os ventos sudoeste provenientes da Argentina empurram para norte as águas frias e relativamente menos salinas. Por conseguinte, estas águas de baixa densidade tendem a se espalhar sobre as águas mais densas e mais salinas que descem para sul, pelo efeito da Corrente do Brasil (Fig. 2). Durante os meses de maior desenvolvimento, a Corrente Malvinas pode ultrapassar o limite norte do Estado de Santa Catarina (Emilsson, 1962).

Durante o período das observações que deram lugar a este trabalho, entre 15 de novembro e 18 de dezembro, fortes chuvas caídas na primavera provocaram o transbordamento dos rios costeiros locais. Isto ficou evidenciado pela baixa salinidade registrada na embocadura da Lagoa dos Patos e na foz do rio Itajaí (Fig. 3). A influência da Corrente do Brasil, que se identifica por sua salinidade maior do que 35 o/oo e temperaturas superiores a 22 °C, ficou fortemente evidenciada até a plataforma fronteira à região sul do Estado de Santa Catarina. A partir daí, apesar de continuar com sentido geral para sul, deflete em direção ao oceano aberto (Figs. 3 e 4). Durante o período de observação, as águas frias da Corrente Malvinas puderam ser notadas até o norte do Estado do Rio Grande do Sul. Localmente, as salinidades e as temperaturas dentro da faixa de águas costeiras foram menores do que 30 o/oo e 18 °C, respectivamente.

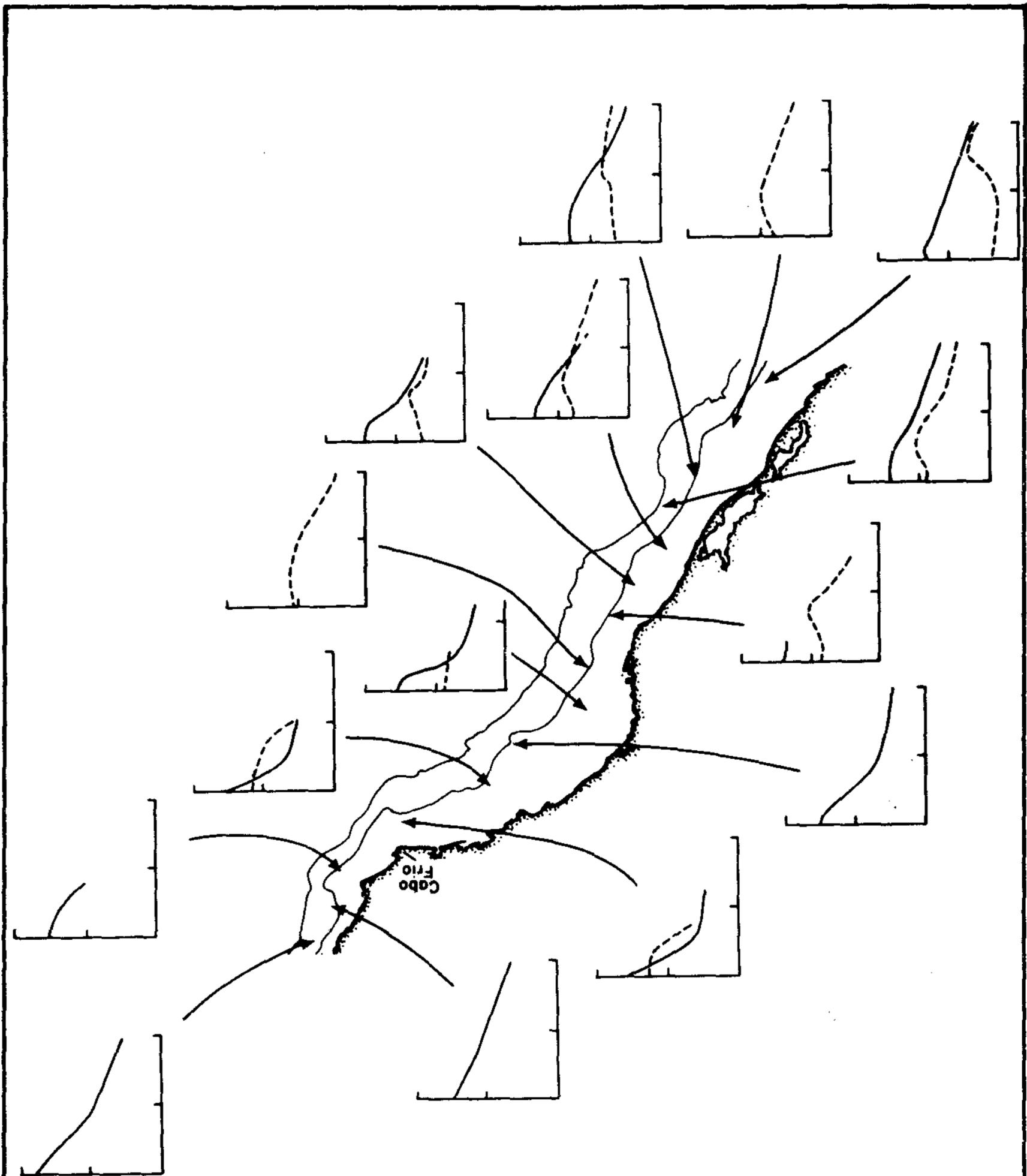


FIGURA 2 — Perfis de temperaturas médias nos 200 metros superiores da água, na plataforma sudeste e sul. As linhas cheias representam as temperaturas dos meses de verão e as tracejadas do inverno. A escala horizontal representada nos perfis vai de 10 a 20° C. (Obtida de dados não publicados, compilados pelo Centro Nacional de Dados Oceanográficos dos Estados Unidos).

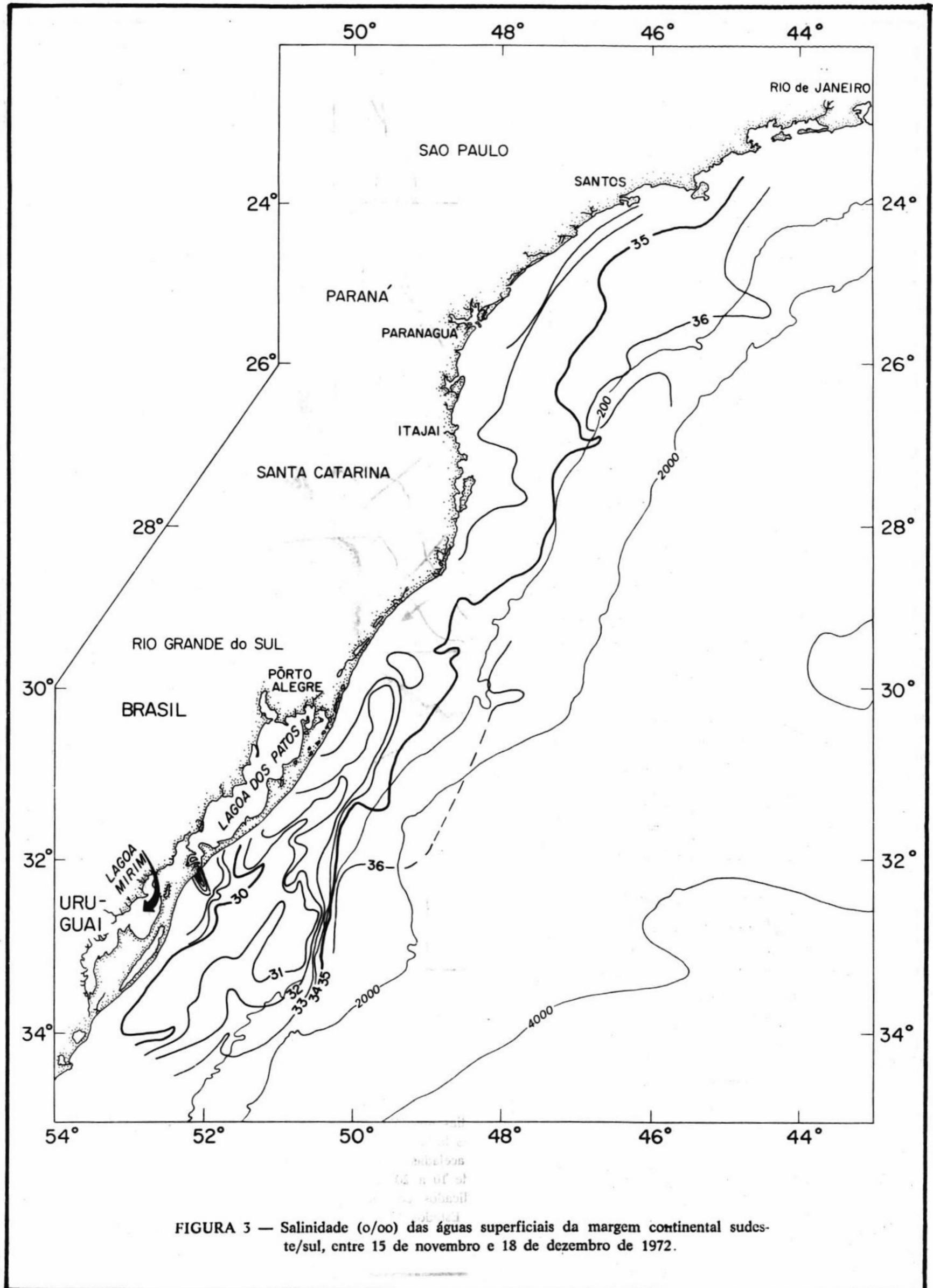


FIGURA 3 — Salinidade (o/oo) das águas superficiais da margem continental sudeste/sul, entre 15 de novembro e 18 de dezembro de 1972.

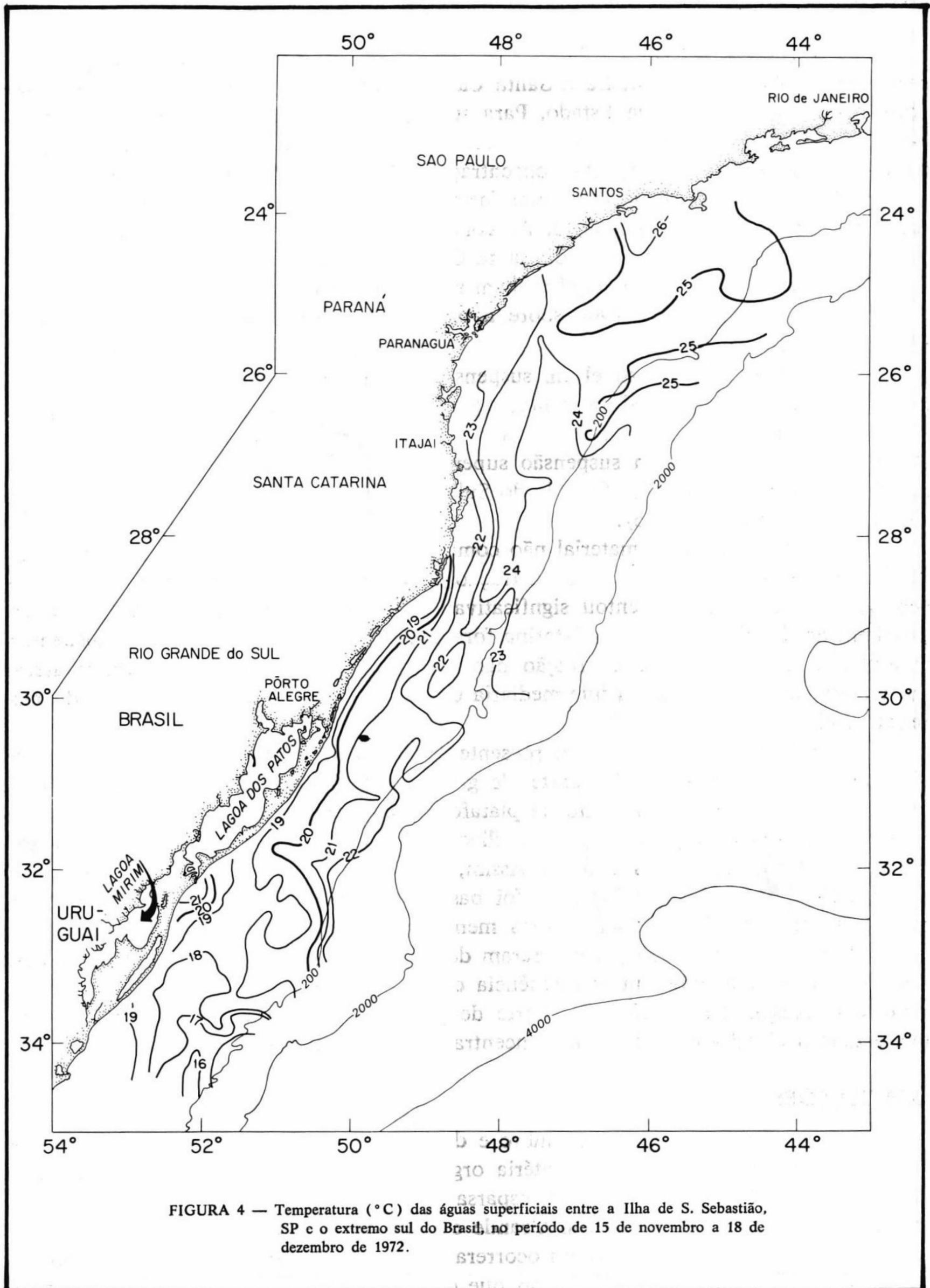


FIGURA 4 — Temperatura (°C) das águas superficiais entre a Ilha de S. Sebastião, SP e o extremo sul do Brasil, no período de 15 de novembro a 18 de dezembro de 1972.

MATERIAL DE SUSPENSÃO

A concentração e distribuição do material em suspensão total, nas águas superficiais da plataforma fronteira a Santa Catarina diferem, acentuadamente, tanto para norte como para sul daquele Estado. Para sul, as concentrações na plataforma interior excedem a 1 mg/l, com as mais altas quantidades próximas e ao redor da embocadura da Lagoa dos Patos (Fig. 5). As concentrações decrescem fortemente em direção ao oceano aberto e, sobre a maioria da plataforma intermediária e externa, seus valores médios são menores do que 0.5 mg/l. As concentrações do material em suspensão total na plataforma interior, para norte de Santa Catarina, foram geralmente menores do que 1 mg/l, embora na foz do rio Itajaí tenham superado a 4 mg/l.

A maior parte da água sobre a plataforma intermediária e externa da área norte, continha menos do que 0.25 mg/l de material em suspensão total (Fig. 5).

O material combustível em suspensão também decresceu em direção ao oceano aberto e de um modo geral apresentou valores médios entre 0.06 e 0.25 mg/l (Fig. 6). Em várias áreas, contudo, onde manchas de zooplâncton eram encontradas, o conteúdo do material combustível em suspensão superou a 1 mg/l e em uma amostra coletada na plataforma a norte do Rio Grande do Sul, foram registrados cerca de 54 mg/l desse material combustível (Fig. 6).

O decréscimo do material não combustível em direção ao oceano aberto (Fig. 7), foi mais pronunciado do que o da fração combustível e, como consequência, a percentagem deste último aumentou significativamente naquela direção (Fig. 8). As áreas próximas ao litoral sul de Santa Catarina foram as únicas onde o material em suspensão continha mais do que 75% da fração não combustível. A maioria das demais áreas, particularmente na plataforma intermediária e externa, continha entre 75 e 95% de material combustível.

A fração não combustível presente nas águas superficiais da plataforma interior, constituía-se, em sua maior parte, de grãos terrígenos — predominantemente partículas de silte e argila — enquanto na plataforma intermediária e externa, mais da metade da fração era composta de valvas silicosas de diatomáceas. Localmente, foram encontrados valores superiores a 90%. Assim, a concentração atual de grãos terrígenos encontrados na plataforma sul-sudeste foi bastante baixa (Fig. 9). Ao sul de Santa Catarina, as concentrações tiveram valores menores do que 0.06 mg/l e as únicas áreas com valores superiores a 1 mg/l ocorreram defronte à embocadura da Lagoa dos Patos. Isto ocorreu, sem dúvida, em consequência das fortes chuvas que caíam na região durante a realização do cruzeiro. Ao norte de Santa Catarina, foram mais baixas e em quase toda a plataforma externa as concentrações foram menores do que 0.01 mg/l.

CONCLUSÕES

Durante os meses de novembro e dezembro de 1972, as concentrações do material em suspensão combustível (matéria orgânica) e não combustível (valvas silicosas e terrígenos) se mostraram geralmente esparsas, nas águas superficiais da plataforma brasileira fronteira aos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. As únicas concentrações elevadas ocorreram frente às embocaduras dos rios, que na época sofriam o efeito das fortes chuvas que caíam na região, causando seus transbordamentos.

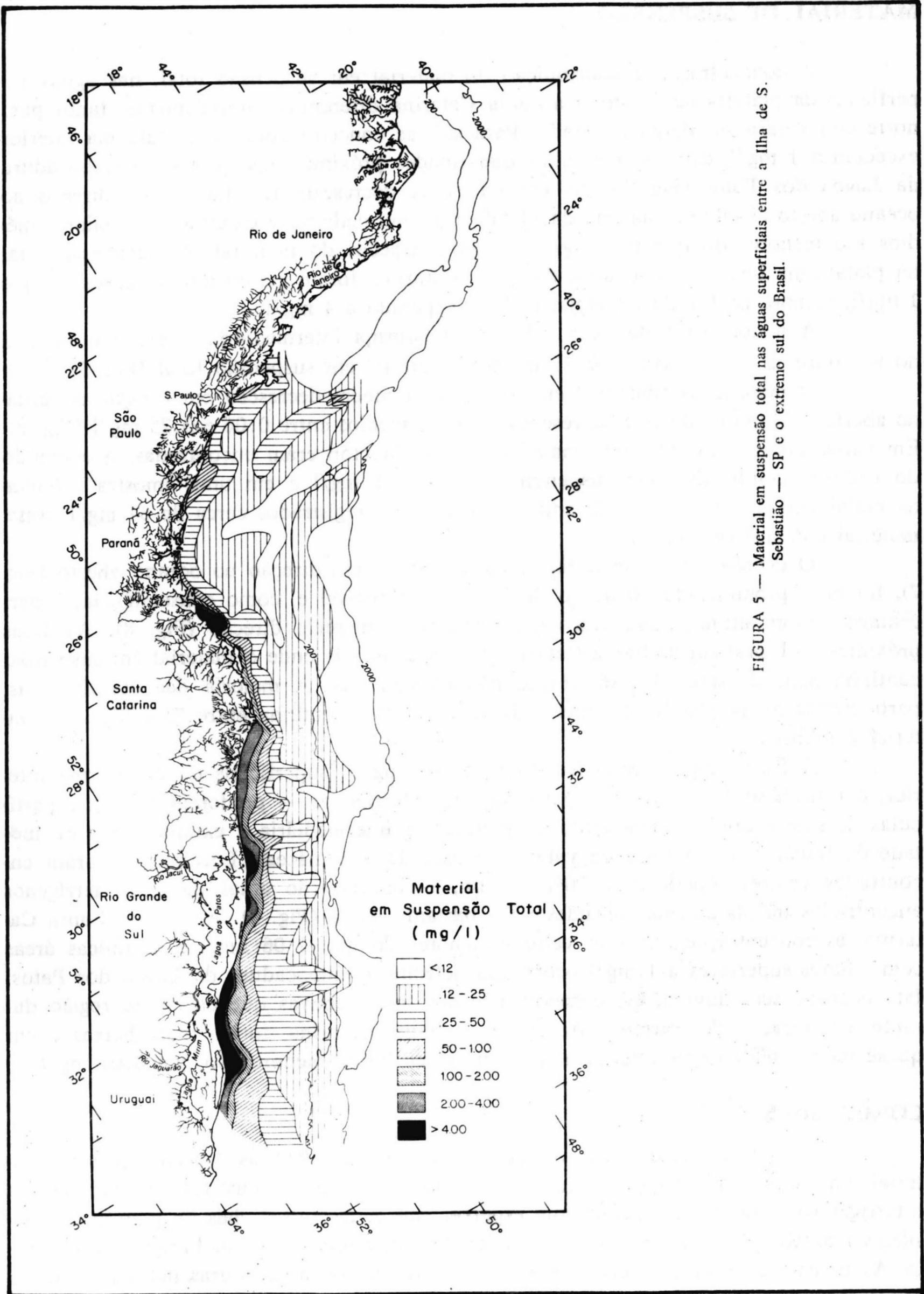


FIGURA 5 — Material em suspensão total nas águas superficiais entre a Ilha de S. Sebastião — SP e o extremo sul do Brasil.

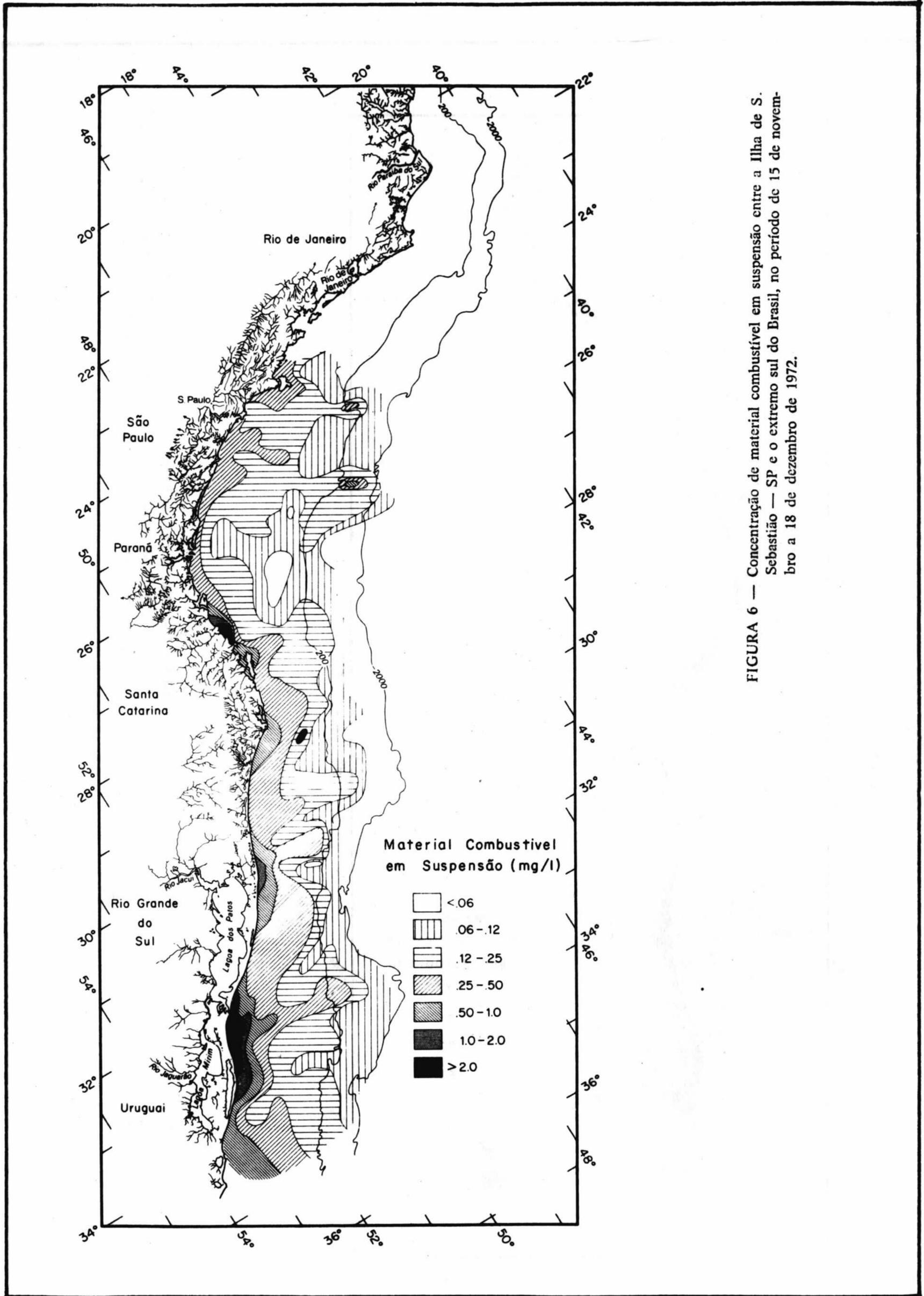


FIGURA 6 — Concentração de material combustível em suspensão entre a Ilha de S. Sebastião — SP e o extremo sul do Brasil, no período de 15 de novembro a 18 de dezembro de 1972.

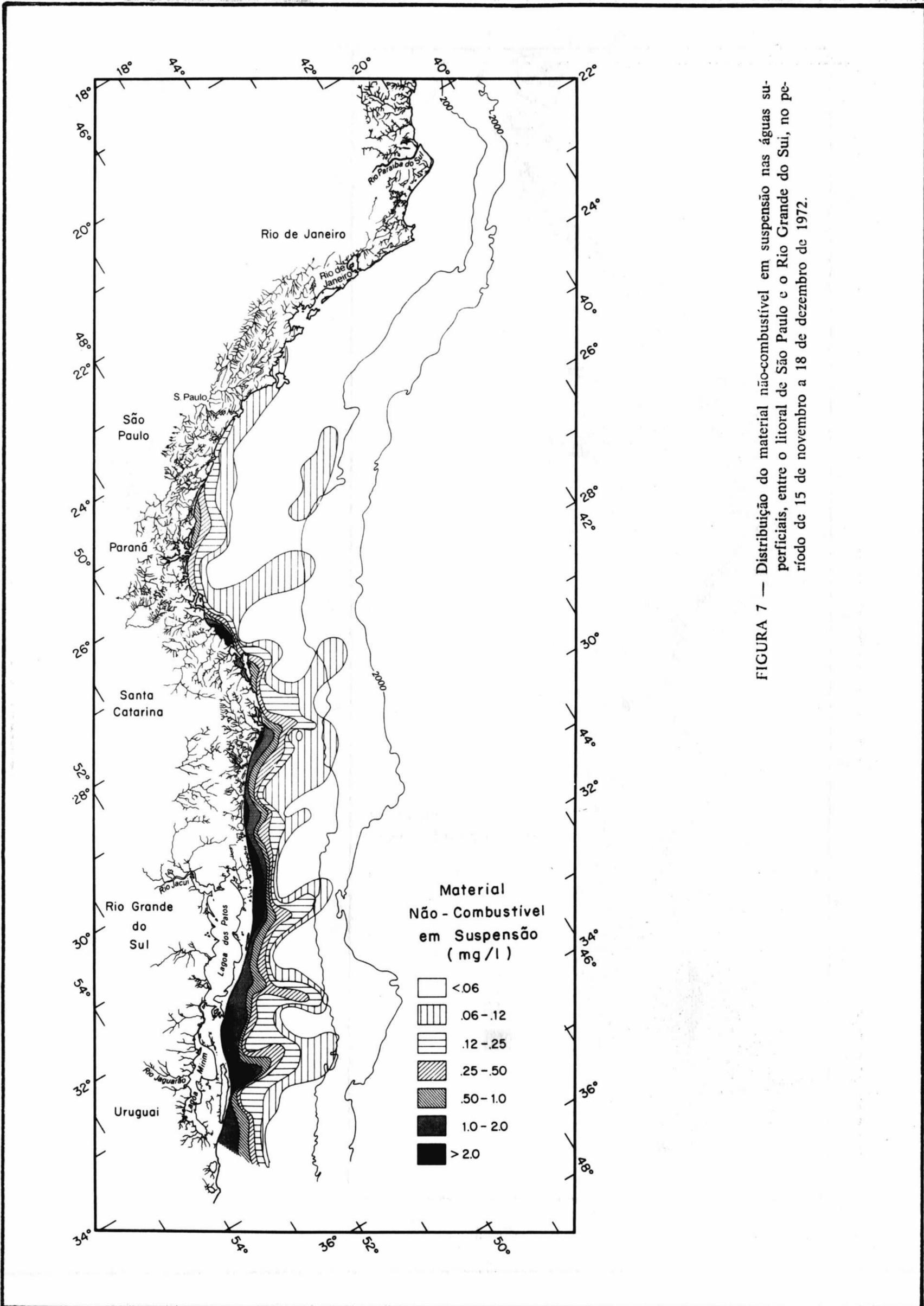


FIGURA 7 — Distribuição do material não-combustível em suspensão nas águas superficiais, entre o litoral de São Paulo e Rio Grande do Sul, no período de 15 de novembro a 18 de dezembro de 1972.

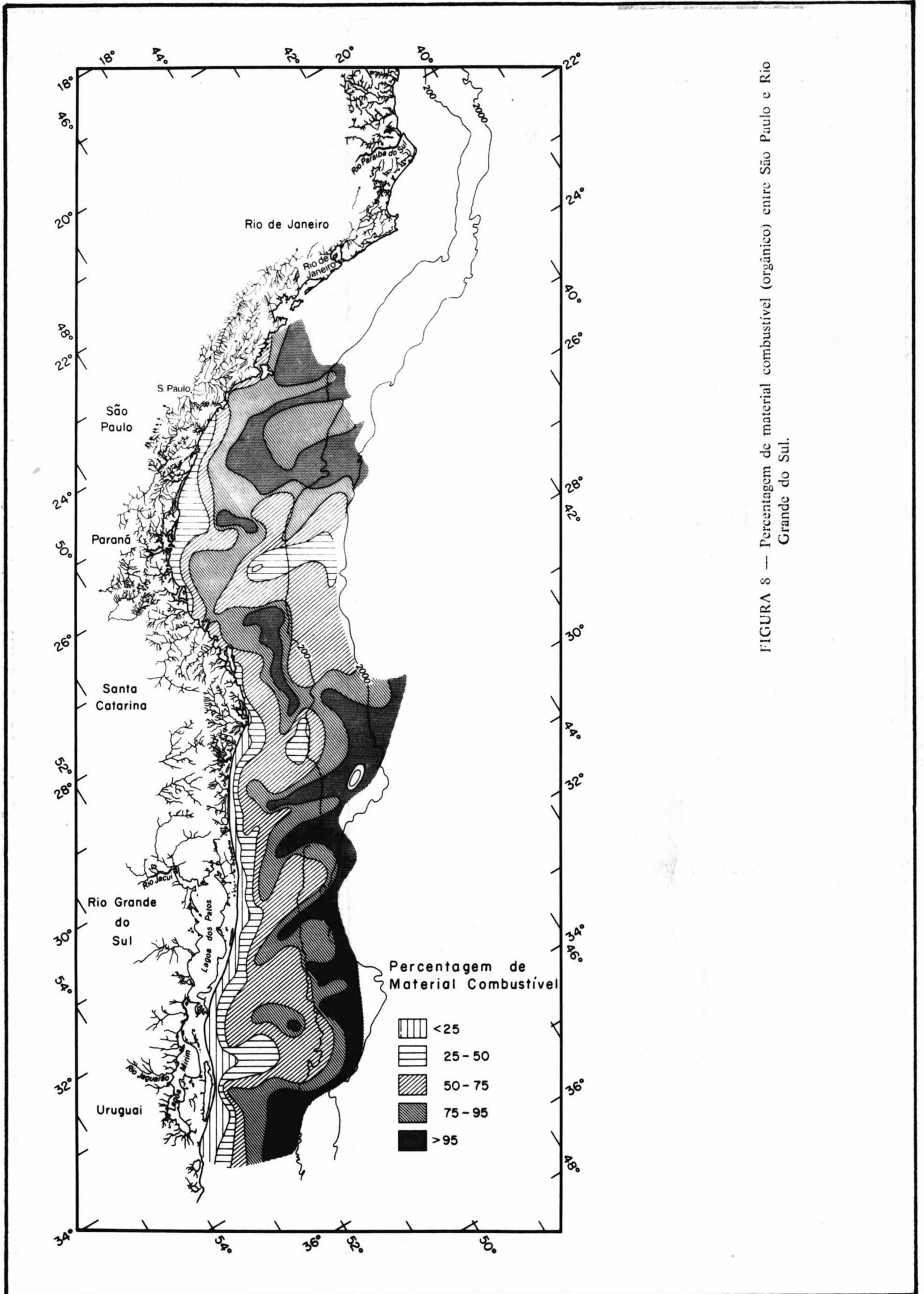


FIGURA 8 — Percentagem de material combustível (orgânico) entre São Paulo e Rio Grande do Sul.

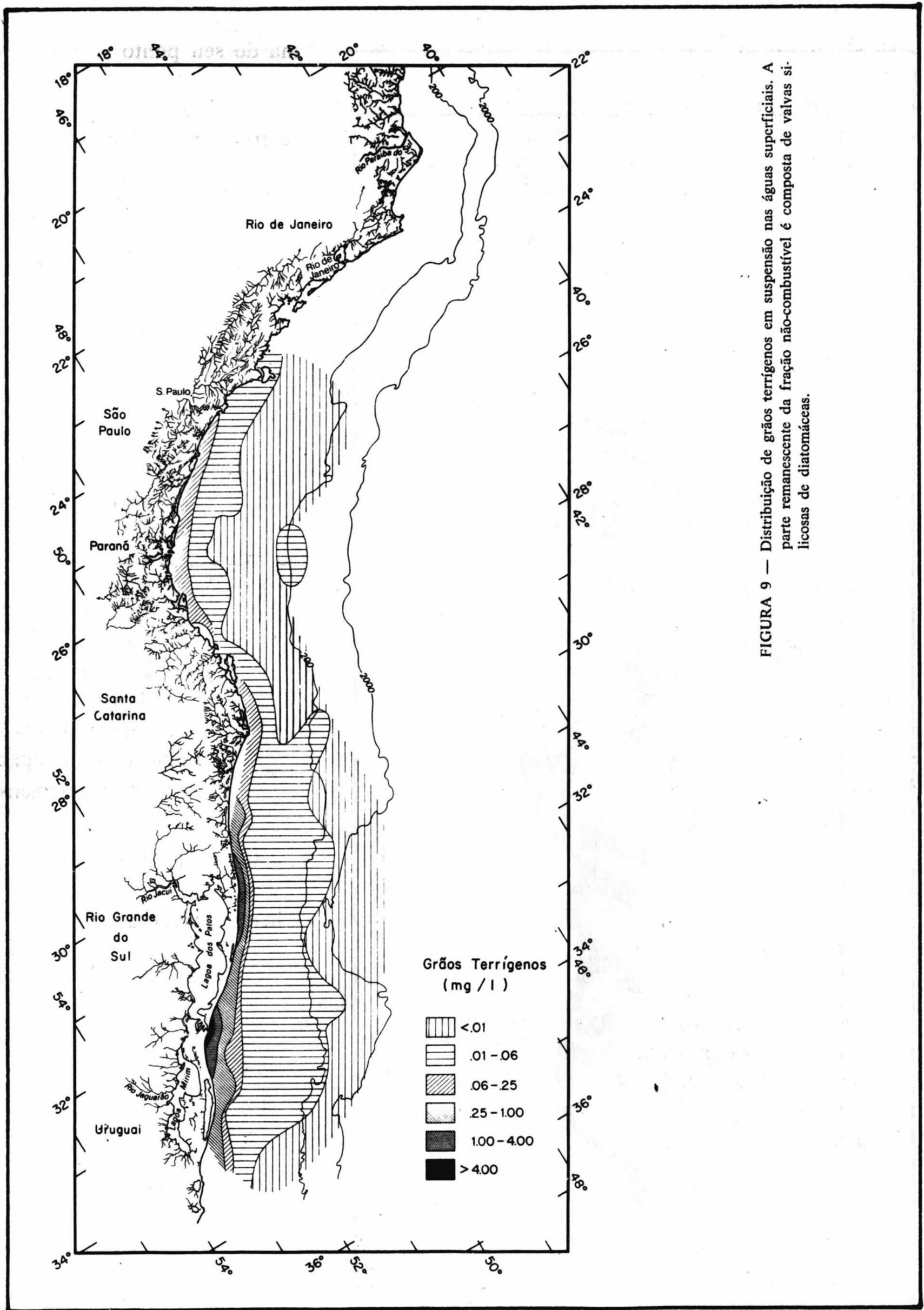


FIGURA 9 — Distribuição de grãos terrígenos em suspensão nas águas superficiais. A parte remanescente da fração não-combustível é composta de valvas sílicas de diatomáceas.

Ficou evidente, também, que muito pouco sedimento aportava à plataforma da área estudada. Embora a Corrente Malvinas estivesse próxima do seu ponto máximo de desenvolvimento, não se notou, nas águas superficiais, evidências que sugerissem estar o material terrígeno em suspensão sendo transportado de sul para norte, sob o efeito dessa corrente. Conclui-se portanto, que a baixa concentração de material terrígeno presente nas águas superficiais, era devida à contribuição da própria área continental adjacente, ou ao retrabalhamento dos sedimentos de fundo depositados sobre a plataforma.

Os baixos valores de sedimentos terrígenos em suspensão refletem, razoavelmente, a escassa contribuição dos rios daquela região, isto em decorrência de drenarem áreas relativamente pequenas e de apresentarem cursos pouco extensos, conforme já citado acima.

Milliman e Santana (1974), tentando justificar a aparente incoerência que há entre o escasso aporte de sedimentos modernos e a extensa faixa de lama que recobre a plataforma intermediária, desde o Uruguai até o Estado de São Paulo (Fig. 10), comentam que o ambiente ali predominante, em consequência do regime de onda inferior e das correntes amenas que ocorrem, é considerado como favorável para a acumulação de sedimentos. Alguns autores, como McCave (1972), sugerem que os corpos de lama que recobrem as plataformas intermediárias, em várias regiões do mundo, se constituem em áreas de sedimentação atual ativa. Segundo Martins et al (1972) e Rocha et al (1975), a pouca contribuição terrígena e a própria natureza da lama presente na plataforma estudada, sugerem sua deposição durante um período de permanência do nível do mar em posição relativamente mais baixa, em um ambiente semelhante ao que ora ocorre nas lagunas costeiras que se estendem ao longo da linha de praia atual. Segundo Milliman e Santana (1974), as lamas permaneceram recobrendo a plataforma intermediária, porque a zona de quebra das ondas, durante a transgressão do nível do mar, não foi capaz de dispersá-las e removê-las e também porque as correntes atuais não são suficientemente rápidas para desagregá-las.

Entretanto, testemunhos analisados por Kowsmann e Costa (1974) e Kowsmann et al (1976), evidenciaram a natureza tipicamente marinha dessas lamas, depositadas durante a transgressão Flandriana. Estes trabalhos tornaram insustentável a hipótese da origem lagunar pleistocênica.

Ainda segundo Kowsmann et al (1976), a ocorrência dessas lamas na plataforma intermediária, foi devida ao desague dos rios ter se dado diretamente nessa plataforma, em nível de mar mais baixo durante o Holoceno Superior. Ao largo do Estado do Rio Grande do Sul, onde ocorrem as maiores espessuras dessa seção lamosa, sua deposição se deu antes da formação das atuais lagunas costeiras. Ao norte do Cabo de Santa Marta, essa contribuição foi menor devido ao trapeamento do material terrígeno lamoso ter ocorrido nos estuários afogados durante a transgressão (Vicalvi et al, 1976).

Atualmente, na região do Rio Grande do Sul, os sedimentos finos trazidos pelos rios são depositados no interior das lagunas costeiras, que se formaram atrás das restingas múltiplas, construídas nos últimos 2.000 anos (Villwock, 1972). Já no Paraná e em São Paulo, a proximidade maior da Serra do Mar faz com que a contribuição moderna seja essencialmente de sedimentos grosseiros.

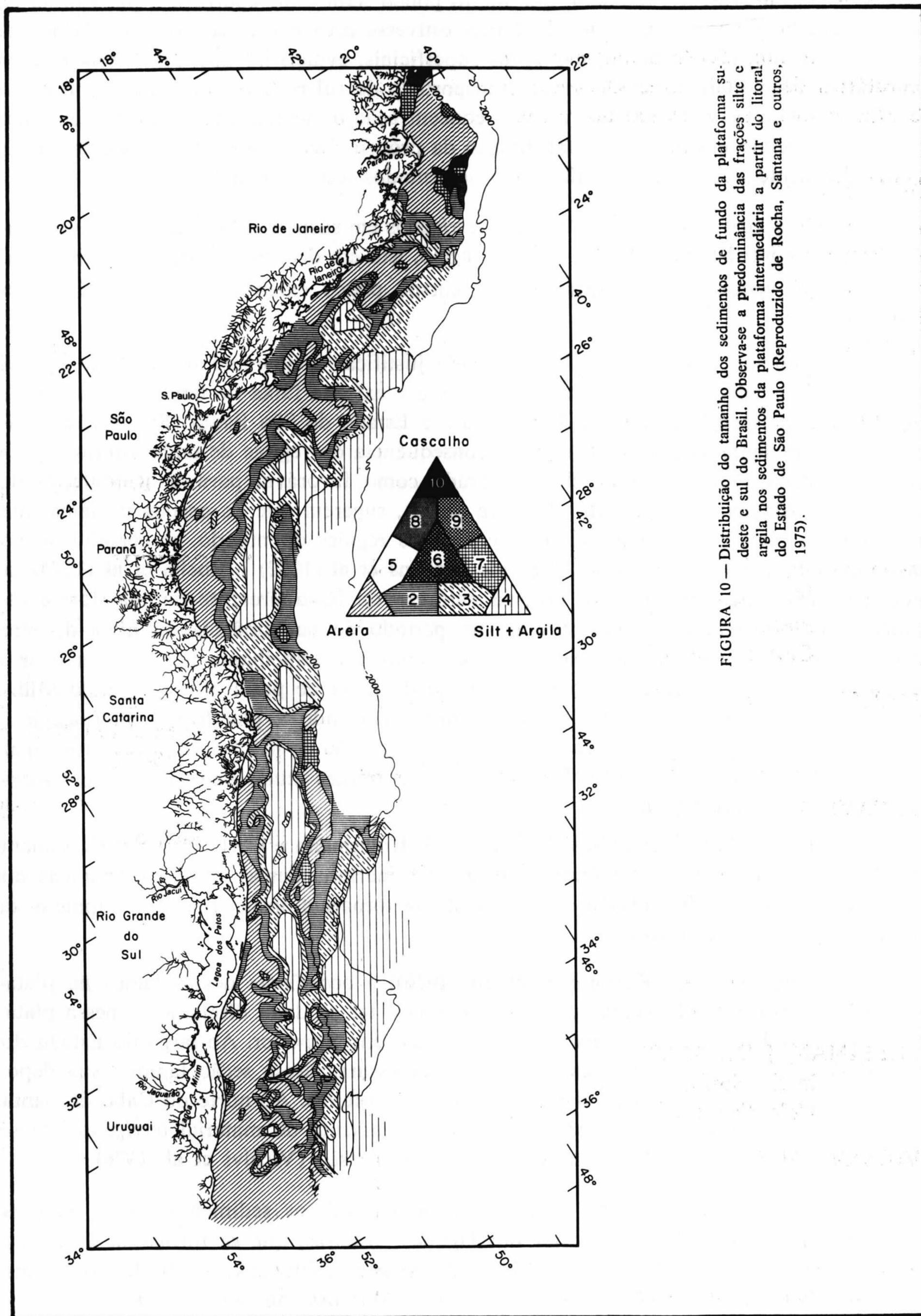


FIGURA 10 — Distribuição do tamanho dos sedimentos de fundo da plataforma suldeste e sul do Brasil. Observa-se a predominância das frações silte e argila nos sedimentos da plataforma intermediária a partir do litoral do Estado de São Paulo (Reproduzido de Rocha, Santana e outros, 1975).

AGRADECIMENTOS

A Lois Toner e Catherine Offinger pela ajuda nas análises efetuadas nos laboratórios da Woods Hole Oceanographic Institution. Aos geólogos R.O. Kowsmann e Márcio Costa pela revisão do manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- ROCHA, J.M., MILLIMANN, J.D. SANTANA, C.I. e VICALVI, M.A. 1975 — Upper Continental Margin Sedimentation off Brazil, Part V., Southern Brazil, *Contr. Sedimentology*, v. 4, pp. 117-150.
- EMILSSON, I. — 1961 — The Shelf and Coastal Waters off Southern Brazil, *Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de S. Paulo*, v. 11 (2), pp. 101-112.
- KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P. de A. — 1974 — Interpretação de Testemunhos Coletados na Margem Continental Brasileira Durante a Operação GEOMAR VI, 2.º Simpósio de Geologia Marinha, XXVIII Congr. Bras. Geol., P. Alegre, v. 3, pp. 297-304.
- KOWSMANN, R.O., COSTA, M.P. de A., VICALVI, M.A., COUTINHO, M.G. N. e GAMBOA, L.A.P. — 1976 — Modelo da Sedimentação Holocênica na Plataforma Continental Sul Brasileira, Relatório Interno do Projeto REMAC, CPRM (Inédito).
- MARTINS, L.R., MELO, U., FRANÇA, A.M.C., SANTANA, C.I. e MARTINS, I.R. — 1972 — Distribuição Faciológica da Margem Continental Sul-Riograndense, *Anais do XXVI Congr. Bras. Geol. Belém*, v. 2, pp. 115-132.
- McCAVE, I.N. — 1972 — Transport and Escape of Fine Grained Sediment from Shelf Areas, in D.J.P. Swift, D.B. Duane and O.H. Pilkey (eds), *Shelf Sediment Transport: Process and Pattern*, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pa., pp. 225-248.
- MELO, U., SUMMERHAYES, C.P., TONER, L. — 1975 — Metodologia para o Estudo do Material em Suspensão na Água do Mar, *Bol. Téc. Petrobrás*, v. 18, n.ºs 3 e 4, pp. 115 a 127.
- MILLIMAN, J.D., SANTANA, C.I. — 1974 — Oceanography and Suspended Matter in the Surface Waters off Southern Brazil, November-December, 1972, Woods Hole Oceanographic Institution, Contribution n.º 3463 (unpublisher).
- VICALVI, M.A., KOTZIAN, S.C.B. e FORTI, I. — 1976 — A Ocorrência de Microfauna Estuarina no Quaternário da Plataforma Continental de S. Paulo, Relatório Interno do Projeto REMAC, DNPM (Inédito).
- VILLWOCK, J.A. — 1972 — Contribuição à Geologia do Holoceno da Província Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil, Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 133 pp. (Inédito).