

ESTRUTURA TÉRMICA TRIDIMENSIONAL DAS ÁGUAS DA COSTA SUDESTE
DO BRASIL (LAT. 22º25'S, LONG. 40º-45ºW) OBTIDA COM
DADOS OCEANOGRÁFICOS E DO SENSOR TERMAL
DOS SATÉLITES DA SÉRIE NOAA

H.M. INOSTROZA V., J.L. STECH

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - S.P. - BRASIL

RESUMO

A análise detalhada de 350 estações oceanográficas resultou na constatação de uma marcada tendência sazonal nas estruturas térmicas das águas na costa sudeste do Brasil. Foi possível estabelecer uma relação entre as estruturas térmicas superficial e vertical. A base de tempo utilizada para a construção das cartas de superfície e a 50 metros foi semanal e tomou-se 1970 como ano padrão. Com os dados de superfície do programa experimental GOSSTCOMP (Global Operational Sea Surface Temperature Computations) foram traçadas cartas a profundidade de 50 metros nas quatro estações do ano, como um exemplo da aplicabilidade do modelo.

ABSTRACT

This is a study of the correlation between surface and vertical thermal structures in a region of the Southeast Brazil coastal waters. A detailed analysis of 350 oceanographic stations showed a marked seasonal tendency in the vertical thermal structure of the waters. A correlation was established between the surface and vertical temperature structure, using 1970 as a reference year, on a weekly time basis. Surface thermal data from the GOSSTCOMP (Global Operational Sea Surface Temperature Computations) experimental program were

used to obtain charts at the depth of 50 m for the four seasons of the year, as an example of the applicability of the correlation model.

1. INTRODUÇÃO

Com o aparecimento das técnicas de sensoriamento remoto nos estudos do meio ambiente, o volume de dados oceanográficos de su perfície tem aumentado.

Até a década de 1960 era comum encontrar, como material de estudo em oceanografia, Atlas de distribuição de cartas térmicas feitas em alguns níveis padrões. Para elaboração de tais Atlas eram utilizados dados de temperatura colhidos durante as missões oceanográficas [4].

Na presente década, começaram a se tornar operacionais os sistemas sensores em satélites, aeronaves, etc. Desta forma, a tem peratura superficial, um dos parâmetros oceanográficos mais importantes, passou a ser conhecida em base diária e em certas escalas para todos os oceanos, como é o caso do projeto da GOSSTCOMP. [1].

Como o oceano é tridimensional, é desejável determinar uma correlação entre a temperatura da superfície e a de vários níveis, pois assim ter-se-á um conhecimento global do campo de temperatura. O objetivo principal deste trabalho é, portanto, determinar a correlação entre a temperatura da superfície e as dos outros níveis.

2. METODOLOGIA

Os dados de temperatura, em que é baseado o modelo, são aqueles colhidos nas estações oceanográficas convencionais, onde a tem peratura é medida com uma precisão de $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$.

A área de estudo foi dividida em quadrados ou malhas de $1/2^{\circ}\text{Lat}$ por $1/2^{\circ}\text{Long.}$, como é mostrado na Figura I.

Utilizaram-se cerca de 350 estações oceanográficas e escolheu-se 1970 como ano base, por possuir uma maior concentração e uma distribuição mais homogênea dos dados, isto é, existem dados no meado de cada estação do ano. Traçaram-se então, perfis médios para cada estação do ano em cada quadrado. A Figura II apresenta um exemplo desses perfis. Para os perfis resultantes destas médias sazonais foram ajustadas equações, segundo a metodologia aplicada [5] nos oceanos Atlântico e Pacífico Norte.

Construíram-se cartas de temperaturas superficiais e a 50 metros para todas as semanas do ano 1970, num total de 106. Para as semanas em que não havia dados, tais cartas foram obtidas interpolando-se lineamente os valores de temperatura das semanas principais (semanas com maior concentração de dados). As Figuras III e IV mostram exemplos de cartas de temperatura de superfície e de profundidade.

Utilizaram-se também, neste projeto, as cartas GOSSTCOMP nas quatro estações do ano, e, a partir delas, foram obtidas cartas na profundidade de 50 metros. Os dados de temperatura superficial fornecidos pela GOSSTCOMP., estão na mesma escala utilizada neste trabalho, isto é, em quadrados de $1/2^{\circ}$ de latitude por $1/2^{\circ}$ de longitude. Para a utilização desses dados, fez-se uma média dos quatro valores localizados nos vértices de cada quadrado, obtendo-se, dessa forma, um valor médio situado no centro de cada quadrado, sendo este o dado utilizado. Estas cartas foram utilizadas para mostrar um exemplo da possível aplicabilidade do modelo.

3. RESULTADOS

Depois de estudados todos os perfis verticais em todos os quadrados, pode-se detectar a tendência sazonal na estrutura térmica da região. Pode-se, também, determinar duas faixas onde as estruturas são característica, sendo que a faixa costeira está localizada, principalmente, sobre a plataforma continental e a faixa oceânica mais

no talude. A tendência sazonal é menos pronunciada na faixa costeira. Esta tendência sazonal indica que as temperaturas mais altas se encontram nas estações de Verão e Outono, e as temperaturas mais baixas são observadas no inverno e primavera.

Uma vez determinada esta tendência, foi possível obter as cartas térmicas semanais de superfície e de 50 metros. Com estas cartas, pode-se determinar a existência de centros de máxima e mínima temperatura.

Tendo-se as cartas de tendência de temperaturas superficiais, fizeram-se comparações com as imagens do V.H.R.R do satélite da série NOAA. Mesmo estando defasadas em 8 anos, pois os dados oceanográficos foram obtidos em 1970 e os do V.H.R.R. em 1978, eles apresentam as mesmas características, com águas mais frias junto à costa, sendo que, defronte à Baía da Guanabara essas águas se estendem mais para o oceano.

Conhecendo-se o comportamento da estrutura térmica da região, através dos dados oceanográficos obtidos por medições "in situ" e interpolados dos mesmos, utilizaram-se os dados do projeto GOSSTCOMP para a confecção de cartas na profundidade de 50 metros, que é o objetivo do trabalho. Foram obtidas quatro cartas, uma para cada estação do ano, e como exemplos são mostradas as cartas de Verão e Inverno nas Figuras V e VI. Pode-se observar que as configurações das isotermas estão de acordo com aquelas obtidas com dados oceanográficos. As isotermas menores (águas mais frias) são praticamente paralelas à costa e estão sobre a plataforma continental. As isotermas maiores (águas mais quentes) são, também, paralelas à costa e estão sobre o talude.

4. DISCUSSÃO

O primeiro trabalho foi o de ordenar os dados oceanográficos existentes desde 1911.

O trabalho seguinte foi detectar que os dados oceanográficos históricos, de 1970, achavam-se quase que simetricamente distribuídos nos meados das estações.

Para as semanas que não tinham dados para completar o ciclo anual de 1970, fizeram-se interpolações, com base na propriedade de variação quase isotônica da temperatura à medida que se avança para o alto mar.

Com os dados oceanográficos existentes, procurou-se observar a existência ou não de uma tendência sazonal na estrutura térmica da região. Esta tendência é observada em quase todas as regiões oceânicas do mundo mas, em zonas costeiras, devido principalmente aos processos costeiros, ela pode não ser percebida. Esses processos costeiros podem ser: precipitação, transporte fluvial, corrente costeira, ressurgência, etc. [3].

Existem complexas influências costeiras nesta região, como: a existência da ressurgência, que acontece frequentemente e que produz um centro de mínima temperatura na faixa costeira [2], a presença do Extremo Norte da corrente das Malvinas, e a presença da corrente do Brasil (que produz centros de máxima temperatura, principalmente sobre a plataforma continental). Apesar destas influências a estrutura térmica apresenta uma marcada tendência sazonal.

5. CONCLUSÕES

Da análise detalhada das estruturas térmicas, pode-se mencionar as seguintes conclusões mais importantes:

- 1 - Determinaram-se duas faixas onde a estrutura térmica é bem demarcada: uma faixa costeira localizada sobre a plataforma continental e outra mais oceânica, localizada principalmente sobre o talude. Observou-se, também que na área de frente da Baía da Guanabara houve uma queda de temperatura bem acentuada em toda a coluna e em todas as estações do ano. Pode-se notar que há uma marcada tendência sazonal na estrutura térmica da região. Com este resultado pode-se obter os intervalos de variação da temperatura num perfil vertical, em cada estação do ano.

- 2 - Existe uma relação entre as estruturas térmicas horizontal e vertical, que é característica em toda a região e que corresponde a uma resposta sazonal, seja na faixa costeira, seja na oceânica.

- 3 - Foi possível obter equações para todos os perfis verticais de temperatura. Com o auxílio destas equações, pode-se obter a temperatura nas camadas sub-superficiais a partir da temperatura superficial.

- 4 - Traçaram-se cartas de temperatura à profundidade de 50 metros utilizando dados do Projeto GOSSTCOMP. Desta forma, tornou-se possível a obtenção de cartas de temperatura em vários níveis sub superficiais, com a utilização de valores da temperatura superficial, fornecidos pelos satélites.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BROWER, R.L.; GOHRBAND, H.S.; PICHEL, W.G.; SIGNORE, T.L. AND WALTON, C.C. Satellite Derived Sea-Surface temperature from NOAA Spacecraft-NOAA Technical Memorandum Ness 78. Washington, D.C. June 1976.
- [2] INOSTROZA-V, H.M.; MALUF, S. Atlas de Estruturas Oceanográficas da Costa Sudeste do Brasil para Estudos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, Jan, 1978, Vol. II. (INPE 1179-NTE/108).
- [3] PICKARD, G.L. Descriptive Physical Oceanography First Ed. London. Pergamon Press. 1963.
- [4] SVERDRUP, H.U.; JOHNSON, M.W.; FLEMING, R.H. The Oceans: Their Physics, Chemistry and General Biology. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1942. Appendix.
- [5] WOLFF, P.M.; LAEVASTU, T. AND PATRO P. Oceans from Space. First Ed. Houston, Texas, Gulf Publishing, Company 1969.

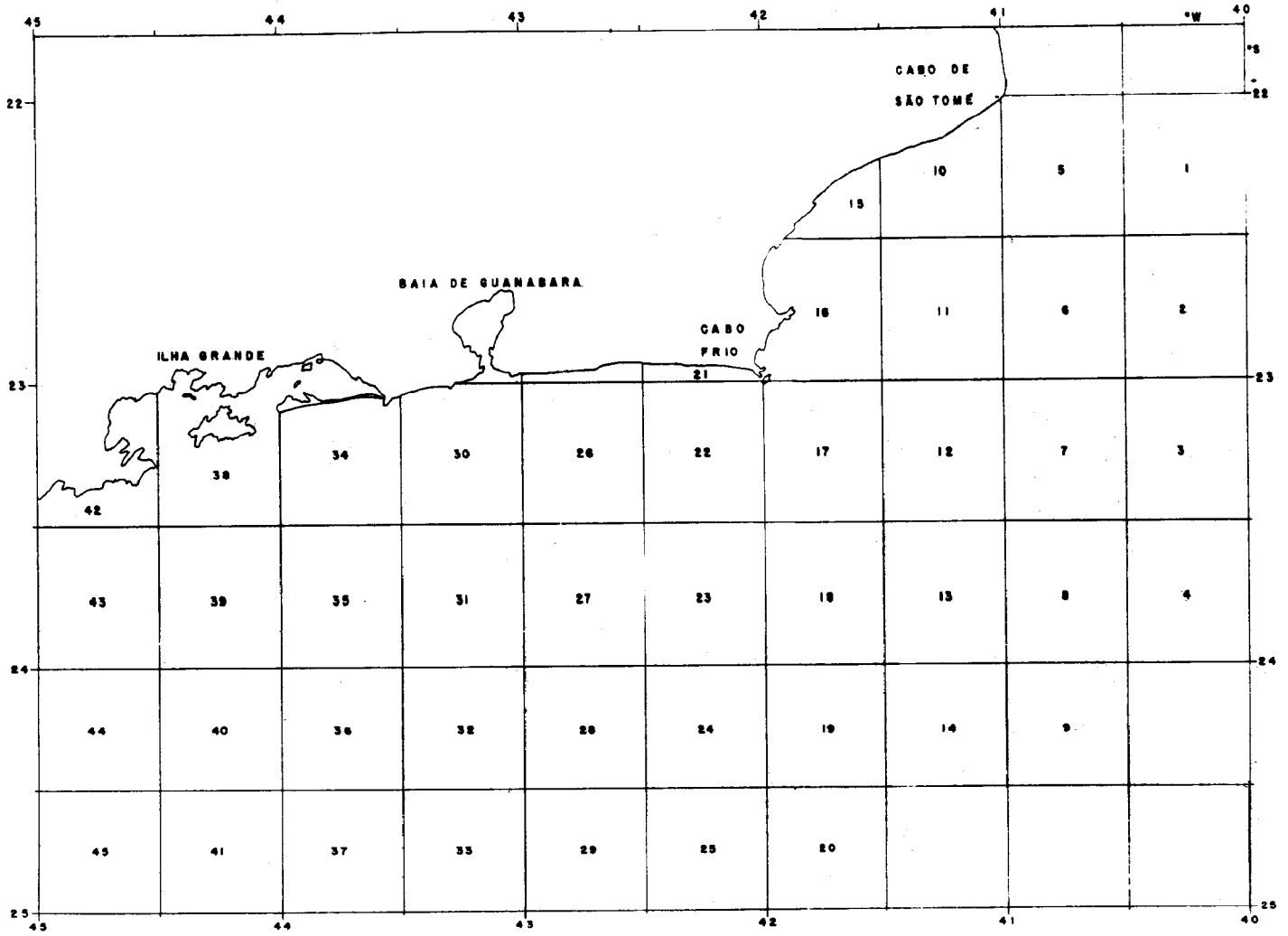


Fig. 1 - Região de estudo.

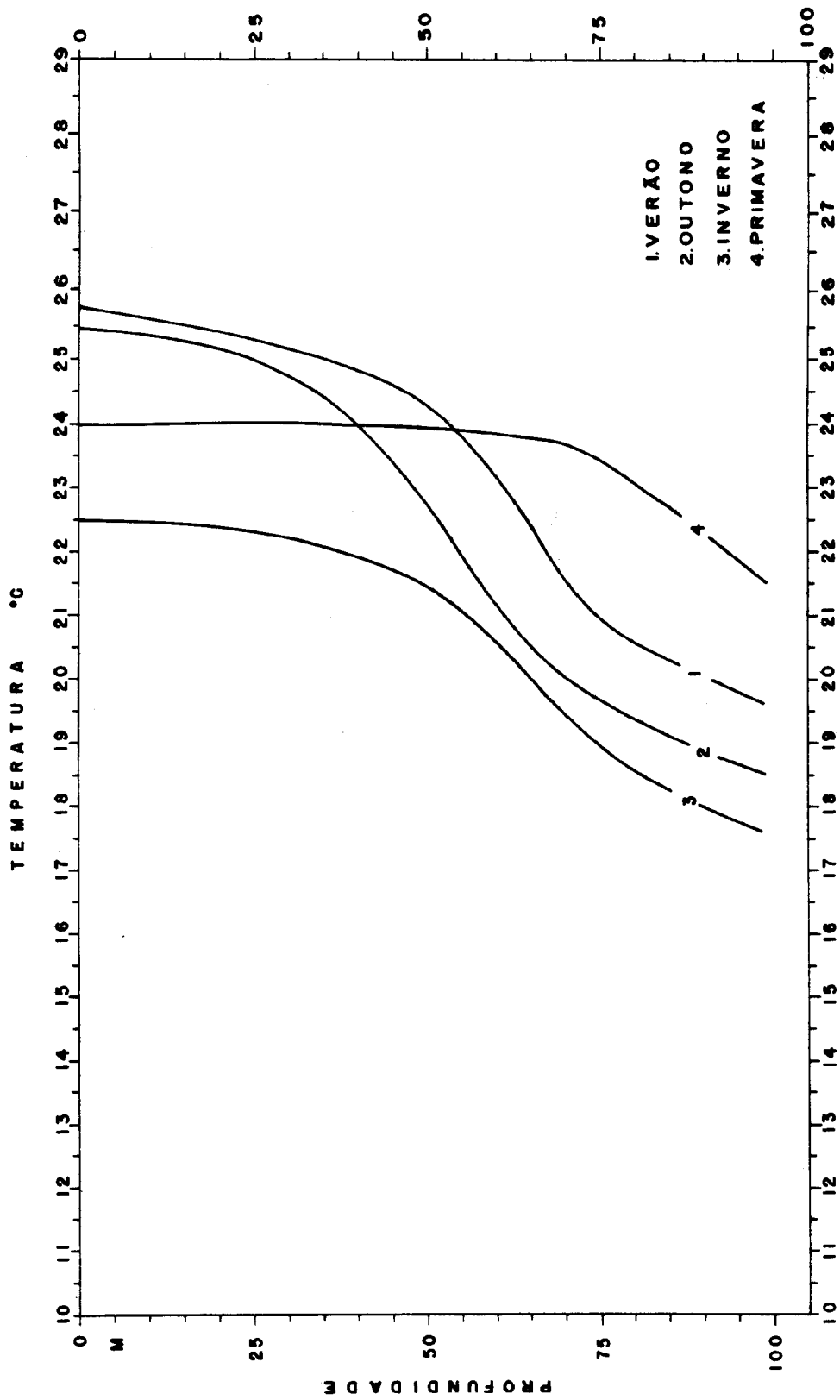


Fig. 2 - Perfis médios de temperatura (°C) do Grupo 13.

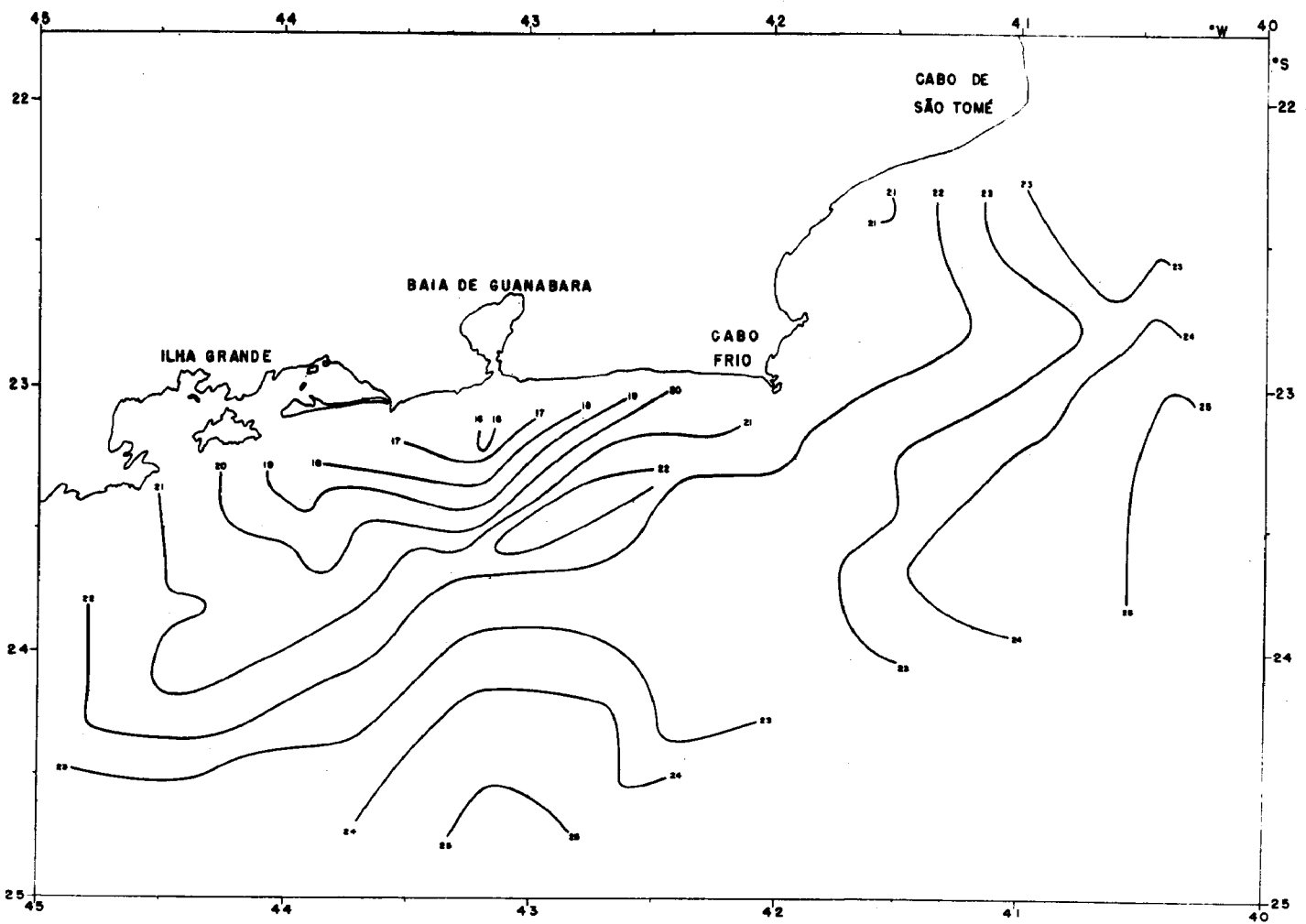


Fig. 3 - Carta de temperatura (°C) superficial no inverno.

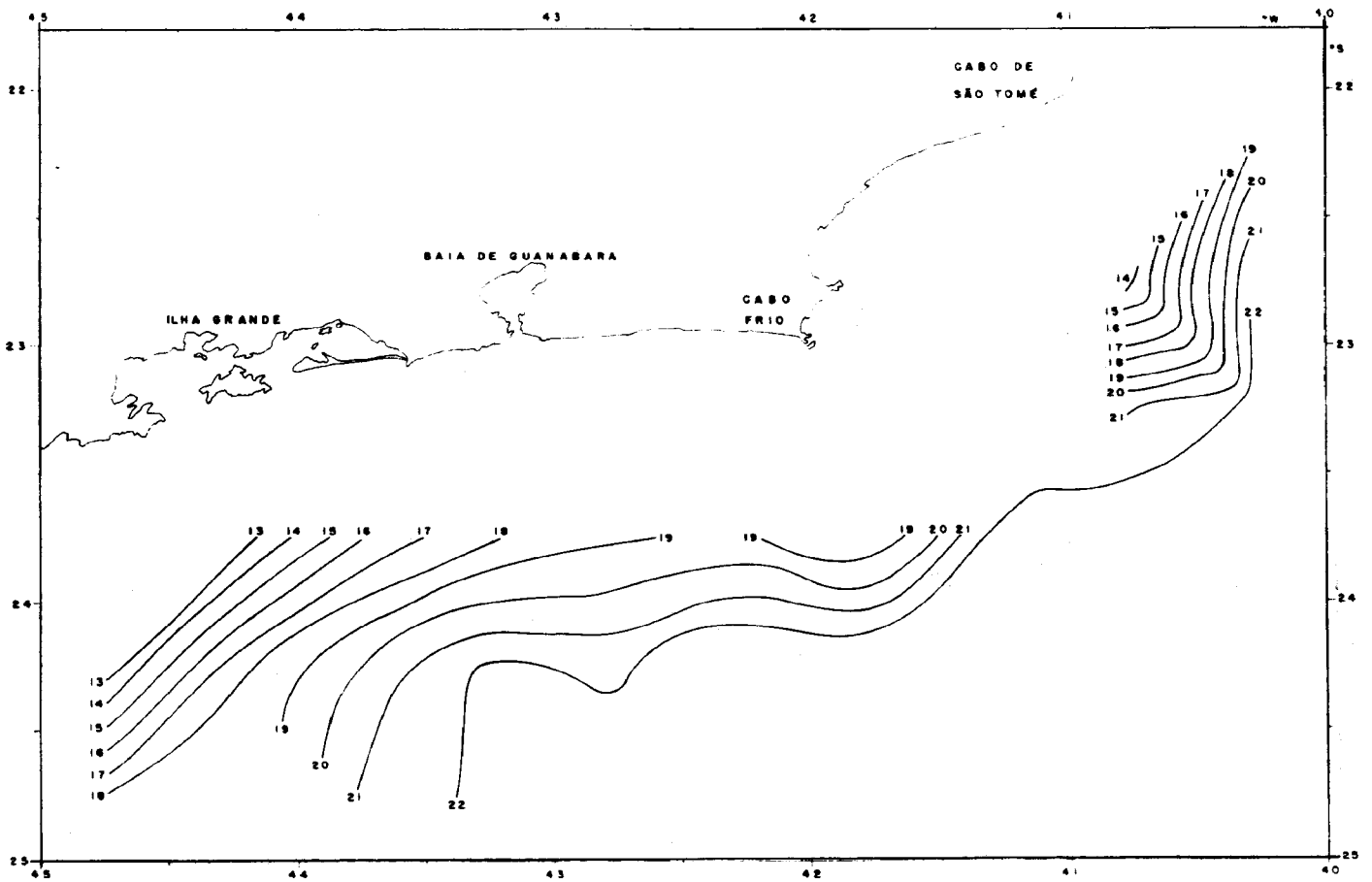


Fig. 4 - Carta de temperatura (°C) a profundidade de 50 metros no inverno.

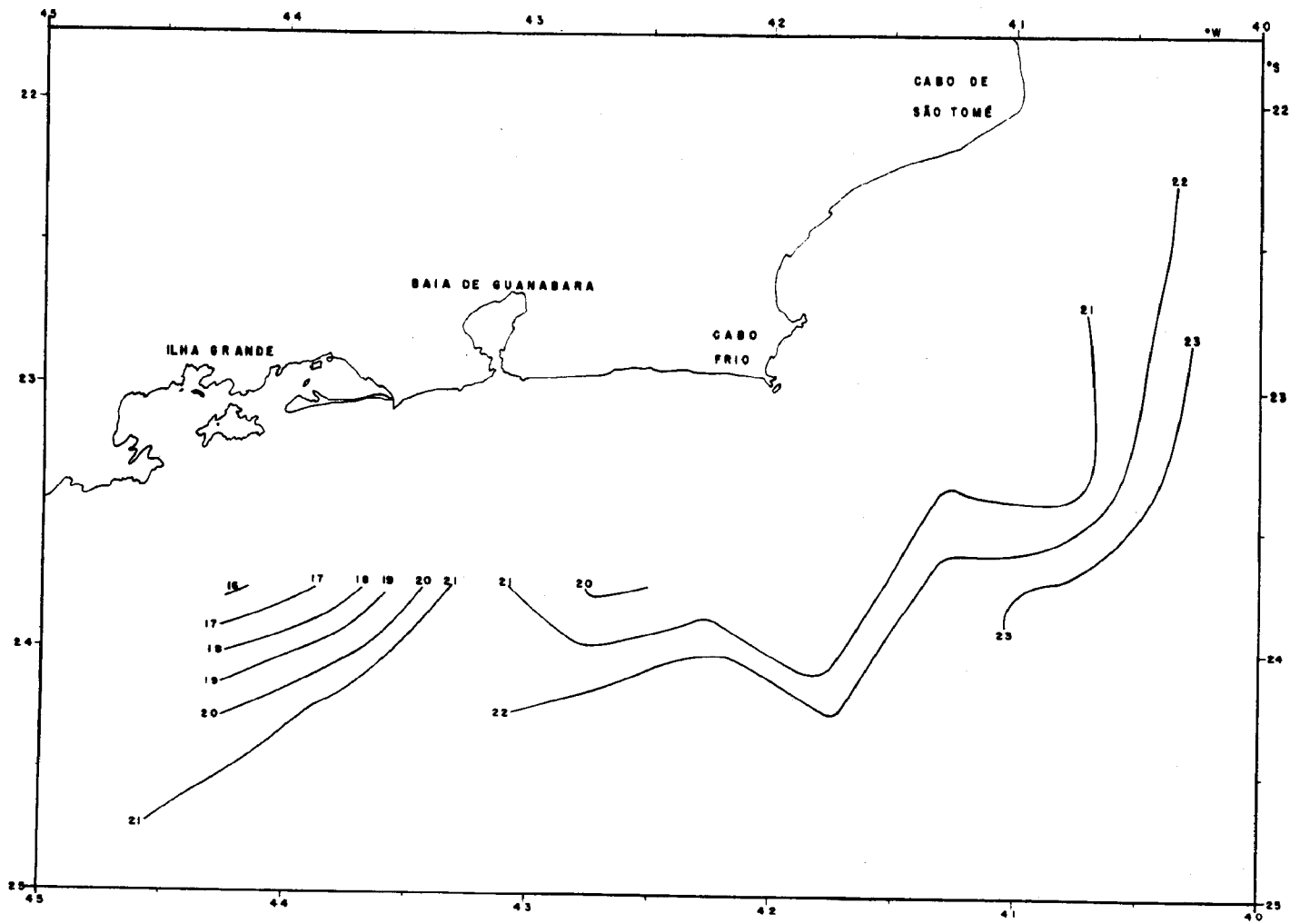


Fig. 5 - Carta de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) a 50 metros de profundidade, obtida com dados do satélite NOAA-5, no verão.

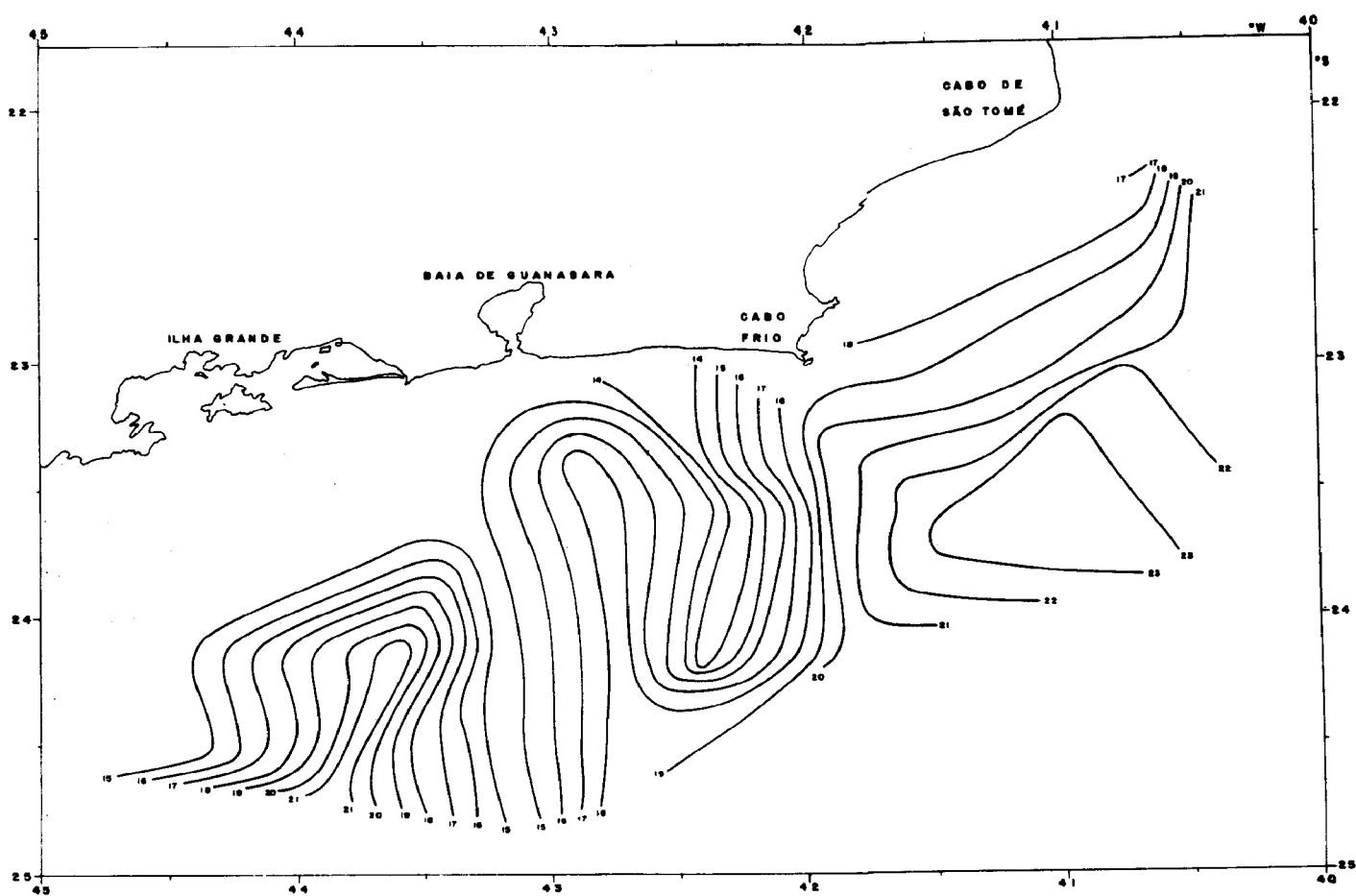


Fig. 6 - Carta de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) do inverno, a 50 metros de profundidade, obtida com dados do satélite NOAA-5.