

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CAMPO DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR DO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE

Emanuel Giarolla , Cláudio Solano Pereira , Clóvis Monteiro do E. Santo, Marley C. L. Moscati, Iuri R. da Silva  
Divisão de Ciências Meteorológicas/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – DCM/INPE/MCT  
Caixa Posta 515, São José dos Campos, SP, 12.201-970

## ABSTRACT

This paper shows the procedure of the treatment and analysis of the sea surface temperature (SST) dataset (SHIP), obtained from Department of the Hydrology and Navigation (DHN), at Marsden's Square 376 (20° S-30° S; 40°W-50° W), 412 (30° S-40° S; 40° W-50° W) and 413 (30° S-40° S; 50° W-60° W), from 1956 to 1996. The analyses of the monthly (January and July) and seasonal (January to March, and July to September) fields of the SST show the presence of warm waters in the summer, when the Brazil Current is strong, and the incursion of cold water occurs in the winter.

## INTRODUÇÃO

Dentro dos objetivos do projeto “Climatologia sinótica da região litorânea Sul-Sudeste do Brasil”, desenvolvido na Divisão de Ciências Meteorológicas (DCM/INPE), foram obtidos dados meteorológicos e oceanográficos no Atlântico Sudoeste, fornecidos por navios, cedidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Os registros são constituídos por informações de posição, dia, mês, horário, bem como os valores medidos das variáveis. Em algumas regiões do oceano existe um tráfego maior de navios, onde se obtém uma quantidade maior de dados; em outras regiões, os dados são esparsos. Apesar disto, estes dados podem trazer uma grande contribuição aos estudos climatológicos da região costeira Sul-Sudeste do Brasil, em especial, os dados de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), cuja importância no clima regional tem sido discutida extensivamente na literatura.

Melo e Oda (1998), utilizando dados de TSM da DHN (Quadrado de Marsden 376), apresentaram a distribuição de TSM para o Atlântico Sudoeste, comparando-a com as climatologias de Levitus (1987) e Reynolds e Smith (1995). Apesar da carência de informações, principalmente nas áreas mais distantes da costa, verificaram boa concordância com estas climatologias.

Garzoli (1999) estudou as relações entre os padrões de TSM na região da confluência do Atlântico Sul e os registros de precipitação no Uruguai, através da análise de componentes principais, mostrando que estes campos são altamente coerentes (correlações maiores do que 0,8), e defasados em 90°. Olson (em comunicação pessoal a Garzoli) mostrou que um aquecimento anômalo em dezembro de 1989 precedeu um período de intensa precipitação que se estendeu até o fim de abril de 1990. No final deste período chuvoso, as TSM no Atlântico Sudoeste foram anormalmente frias (anomalias de TSM local acima de 6° C).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os procedimentos desenvolvidos para o tratamento dos dados de TSM fornecidos pela DHN, referentes aos quadrados de Marsden 376, 412 e 413, e caracterizar os campos médios mensais e sazonais (e respectivas anomalias) de TSM no Atlântico Sudoeste, para o período de 1982-1984 (forte evento El Niño).

Uma das contribuições deste trabalho pode ser ao projeto South Atlantic Climate Change (SACC), cujo objetivo é descrever as escalas temporal e espacial das anomalias de TSM no Atlântico Sudoeste, procurando um acoplamento entre a estratificação oceânica e a forçante atmosférica.

Outra contribuição pode ser para ajudar a melhorar o desempenho do modelo de previsão climática do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). Em geral, os Modelos de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA) do CPTEC/INPE são bem sucedidos nas simulações de longo prazo para as regiões Nordeste e Sul do Brasil, mas falham para a região Sudeste (Rao, comunicação pessoal a Solano). Talvez isto ocorra por não se levar em conta as anomalias de TSM que ocorrem no Atlântico Sudoeste (C. Nobre, comunicação pessoal a

Solano). Vale ressaltar que estas anomalias de TSM podem ser causadas pela presença de vórtices oceânicos, que duram poucos meses e carregam águas quentes da Corrente do Brasil para regiões com águas mais frias, acentuando os gradientes térmicos próximo à costa brasileira.

## **METODOLOGIA**

Os arquivos fornecidos pela DHN são divididos em áreas geográficas de 10° de latitude por 10° de longitude, denominados “Quadrados de Marsden”. Foram utilizados dados de TSM nos quadrados 376 (20° – 30° S, 40° – 50° W), 412 (30° – 40° S, 40° – 50° W) e 413 (30° – 40° S, 50° – 60° W), no período de 1956 a 1996.

Inicialmente, cada quadrado de Marsden foi dividido em subquadrados de 1° por 1°, verificando-se em cada um destes quantas observações de TSM foram feitas em cada mês de cada ano, gerando-se um mapa de densidade de observações. Em seguida, calculou-se as médias mensais, anuais e sazonais referentes a cada subquadrado. Cada uma destas médias é representativa do ponto central de cada subquadrado. Por fim, foram calculadas médias climatológicas (em geral de 1956 a 1996 para a maioria dos subquadrados) mensais, anuais e sazonais.

Para se confeccionar os campos mensais, anuais e sazonais de TSM, interpolaram-se valores nos subquadrados sem dados, usando-se a técnica de interpolação Kriging. Os valores em discordância com valores vizinhos foram corrigidos visualmente. Nenhuma suavização foi aplicada aos campos de TSM, para preservar os fortes gradientes de TSM desta região.

## **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

A análise da distribuição espacial de observações disponíveis em cada subquadrado (não apresentada), mostrou que o quadrado de Marsden 376 é o que apresenta maior densidade de observações no período analisado. Para toda a costa Sul-Sudeste do Brasil, a região próxima à costa apresenta maior densidade de observações ( $\geq 500$ ), diminuindo à medida que se afasta mar adentro. Do total de 300 subquadrados, aproximadamente 23% apresentam mais de 250 observações, enquanto que apenas 2,5% deste total apresentam mais do que 10.000 observações.

A Figura 1 apresenta os campos médios climatológicos de TSM para os meses de janeiro e julho. A análise destes campos mostra maiores detalhes do que normalmente encontrados em outras climatologias, como por exemplo, a do COADS (*da Silva et al.*, 1994), que também utiliza resolução de 1° por 1°, reproduzida na Figura 2. Nota-se que em janeiro as águas com TSM acima de 25° C se estendem até cerca de 32° S, representando a Corrente do Brasil. Em julho, com o enfraquecimento dos ventos na bacia do Atlântico Sul, ocorre uma redução na intensidade do giro oceânico de grande escala, com o conseqüente enfraquecimento e retração da Corrente do Brasil (*Matano et al.*, 1993). Esta retração em julho pode ser observada no deslocamento das TSM com valores acima de 23° C para latitudes mais a norte. Com o enfraquecimento da Corrente do Brasil, águas frias penetram com maior facilidade na plataforma continental e, na faixa de transição, aparecem fortes gradientes de TSM.

Na Figura 3, mostra-se os campos de anomalias mensais de TSM, para o período de 1982-1984 (ano de El Niño), em janeiro e julho. Em janeiro, a norte de 28° S, observam-se anomalias positivas de TSM na região da Corrente do Brasil. Em julho, o maior destaque está nas fortes anomalias negativas de TSM observadas na região próxima ao litoral do Rio Grande do Sul.

A Figura 4 apresenta os campos médios sazonais climatológicos de TSM (janeiro-março e julho-setembro). De uma maneira geral, estes resultados são semelhantes aos campos mensais de TSM de janeiro e julho, respectivamente (Figura 1).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

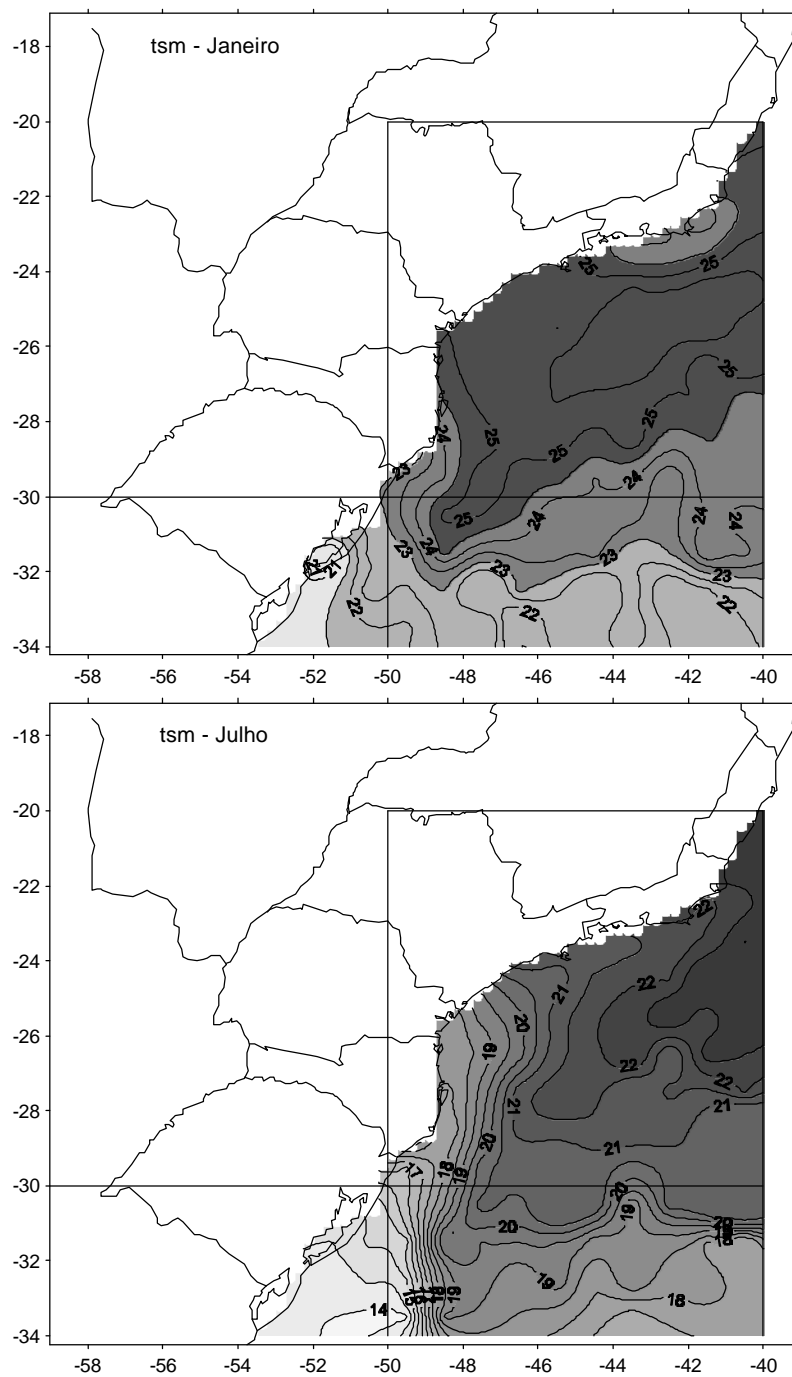
Os resultados apresentados neste trabalho mostram que os dados fornecidos pela DHN podem trazer informações sobre detalhes nas anomalias de TSM que comumente não são encontradas em outros bancos de dados climatológicos, o que poderia contribuir para o projeto SACC. Além disso, esta base de dados que evidencia

gradientes mais detalhados na região da confluência do Atlântico Sudoeste, pode colaborar para uma melhoria nos modelos de previsão climática baseados unicamente em MCGA, especialmente na região Sudeste.

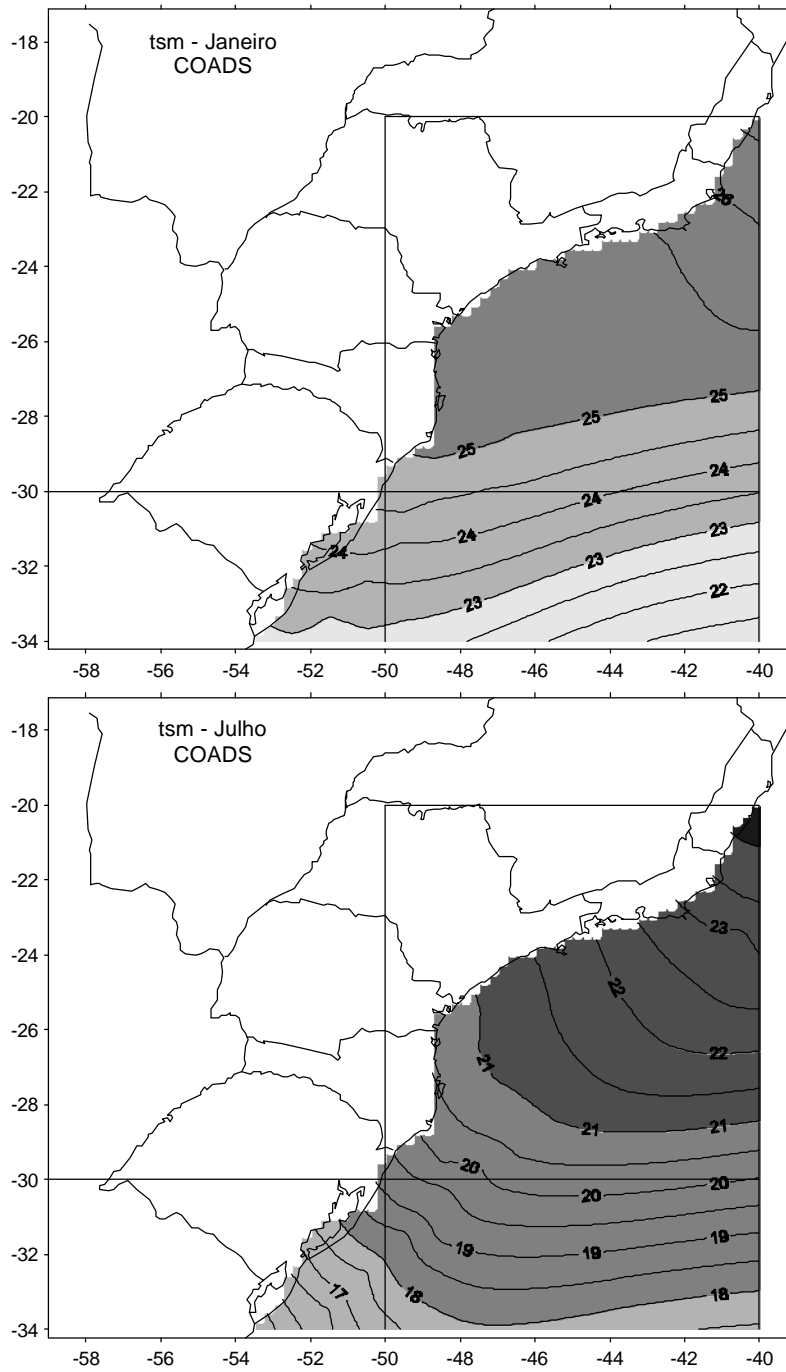
## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) pelo fornecimento dos dados e à FAPESP pelo apoio financeiro ao projeto “Climatologia sinótica da região litorânea Sul-Sudeste do Brasil” (processo nº 98/04332-6).

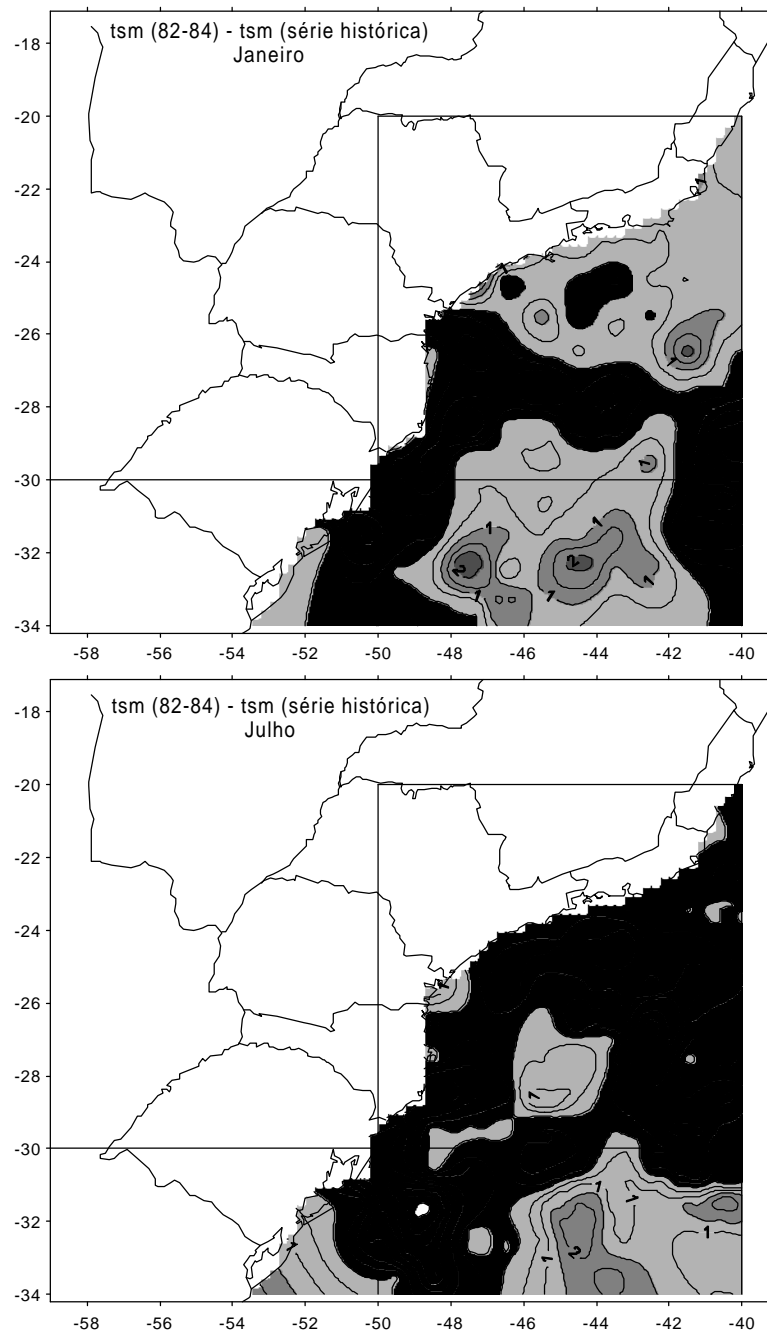
- Garzoli, S. The relevance of the South Atlantic for climate studies, *Clivar Exchanges* **4**(3): 35-38, 1999.
- Levitus, S. A comparison of the annual cycle of two sea surface temperatures climatologies of the world ocean. *J. Phys. Oceanogr.* **17**: 197-214, 1987.
- Matano, R. P.; Schlax, M. G.; Chelton, D. B. Seasonal variability in the Southwestern Atlantic, *J. Geophys. Res.* **98**: 18027-18035, 1993.
- Melo, G. V.; Oda, T. O. Distribuição de temperatura da superfície do mar na região Sudeste do Brasil. X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília (DF), 1998.
- Reynolds, R. W.; Smith, T. M. A high resolution global sea surface temperature climatology. *Journal of Climate* **1**, 75-86, 1988.
- da Silva, A. M.; Young, C.; Levitus, S. Atlas of surface marine data 1994. NOAA Atlas NESDIS 6, U.S. Department of Commerce, NOAA, NESDIS, 1994.



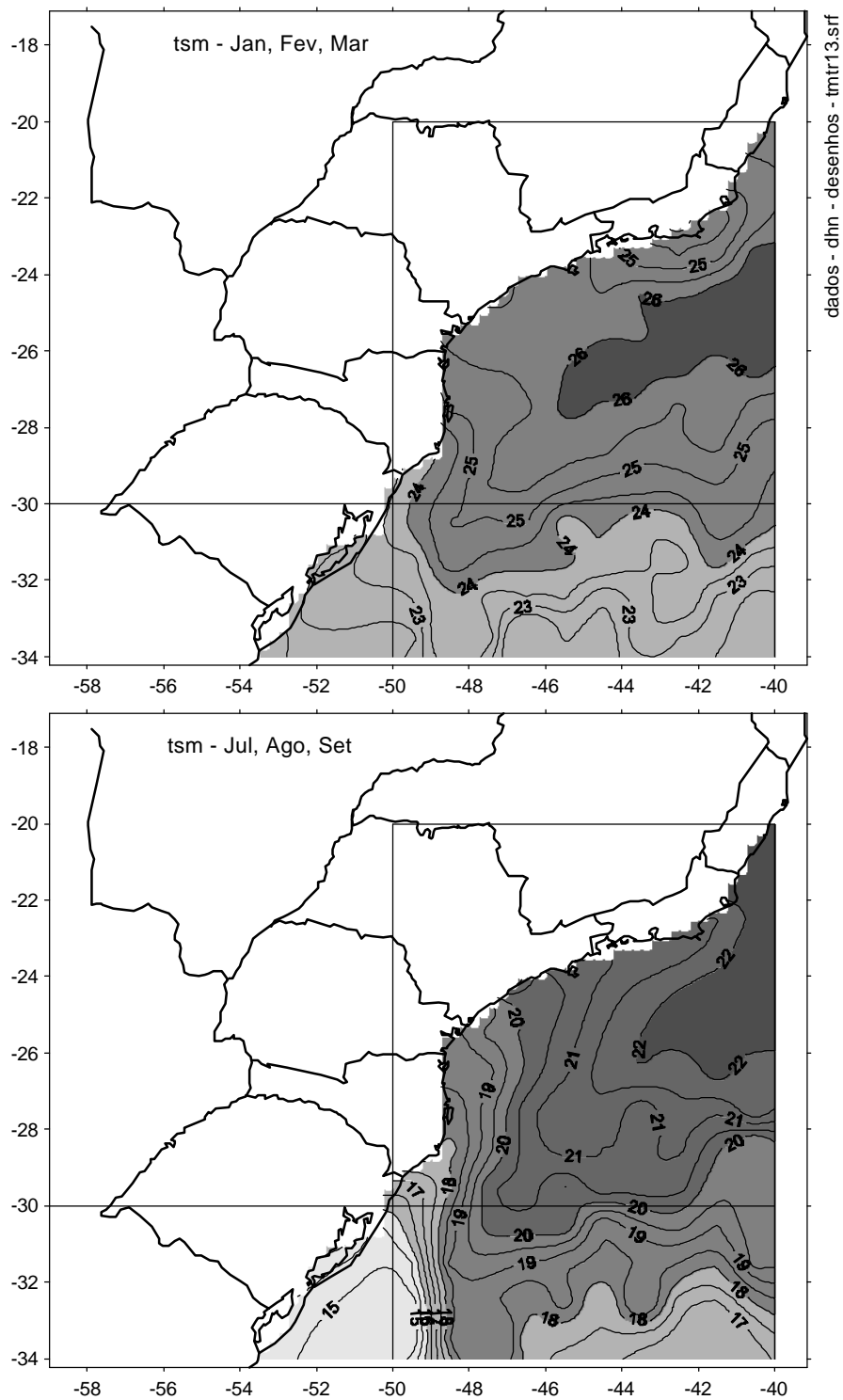
**Figura 1:** Mapas de temperatura da superfície do mar médios para janeiro (acima) e julho (abaixo), estimados a partir de registros de navios, durante o período de 1956 a 1996. Valores em °C.



**Figura 2:** Mapas climatológicos de temperatura da superfície do mar do banco de dados do COADS para janeiro (acima) e julho (abaixo). Valores em °C.



**Figura 3:** Mapas de anomalias de temperatura da superfície do mar ( $^{\circ}$  C) em janeiro (acima) e julho (abaixo), calculadas pela diferença entre valores de temperatura da superfície do mar em janeiro e julho nos anos de 1982, 1983 e 1984 e os valores obtidos em janeiro e julho para todo o período.



**Figura 4:** Mapas de temperatura da superfície do mar médios para janeiro, fevereiro e março (acima) e julho, agosto e setembro (abaixo), estimados a partir de registros de navios, durante o período de 1956 a 1996. Valores em °C.