

COMPARAÇÃO DE DADOS DE CAPTURA DE BONITO-LISTRADO (*Katsuwonus pelamis*)  
E TEMPERATURAS DE SUPERFÍCIE DO MAR OBTIDAS PELO SATÉLITE GOES-5

Sydnéa Maluf  
Merritt Raymond Stevenson  
Héctor Manuel Inostroza Villagra

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq  
Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Esse trabalho é uma contribuição ao aperfeiçoamento dos métodos de identificação das áreas favoráveis à ocorrência do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*), usando as técnicas atuais de sensoriamento remoto na costa sudeste-sul do Brasil. Os dados de captura de bonito-listrado correspondem ao mês de fevereiro de 1984, separados em quadrados de  $1^{\circ}$  lat.  $\times$   $1^{\circ}$  long. (áreas de pesca). O rendimento (captura/dias de pesca efetiva) foi calculado para cada quadrado. Os dados de satélite foram obtidos do sensor VISSR a bordo do satélite GOES-5, recebidos no INPE, Cachoeira Paulista, São Paulo. Foi selecionada uma imagem setorizada do dia 15 de fevereiro de 1984 e os dados dos canais visível e infravermelho foram analisados e interpretados no Sistema IMAGE-100. O método incluiu o uso dos dados no visível para eliminar seletivamente os pixels do infravermelho que continham nuvens e/ou terra. Temperaturas radiométricas foram extraídas de um impresso digital. Os dados de temperatura da superfície do mar (TSM) foram corrigidos para influência da atmosfera, por regressão estatística, utilizando dados de temperatura de superfície obtidos de navios que operaram na área de estudo. Em seguida foi construído um mapa de distribuição da temperatura de superfície do mar obtidas do satélite GOES-5. A comparação dos dados, foi feita através de métodos de regressão estatística. Os resultados preliminares sugerem a viabilidade do uso de dados de um parâmetro ambiental via satélite, como *temperatura de superfície*, para auxiliar a delimitação das áreas favoráveis à ocorrência de bonito-listrado na superfície.

ABSTRACT

This work is a contribution toward the improvement of detection methods of the areas favorable for the surface occurrence of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), using present remote sensing techniques in the S-SE Brazilian coast. The skipjack tuna fish catch data correspond to February, 1984, separated into  $1^{\circ}$  latitude  $\times$   $1^{\circ}$  longitude squares (fishing areas). The fish effort (catch/days of effective catch) was calculated for each square. The

satellite data were obtained from the VISSR sensor aboard the GOES-5 satellite. These data were received at INPE, Cachoeira Paulista, São Paulo. A sectored image for February 15, 1984 was selected, and data from the visible and infrared channels were analysed and interpreted with the IMAGE-100 System. The method included the use of visible data to screen out infrared pixels containing clouds and/or land. Radiometric temperatures were extracted from a digital printout. Sea surface temperature (SST) data were corrected for atmospheric effects by statistical regression, using surface temperature data from ships which operated in the study area. Later the corrected data were used to construct a map of surface temperature distribution. The comparison of fish catch data and sea surface temperatures obtained from GOES-5 was made by the method of statistical regression. The preliminary results suggest the feasibility of using an important environmental parameter such as *sea surface temperature* obtained by satellite, to better delineate areas favorable to the surface occurrence of skipjack tuna.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos realizados inicialmente no Oceano Pacífico apresentam importantes resultados, através dos quais tem-se demonstrado a influência da temperatura de superfície da água do mar na distribuição do bonito-listrado.

Blackburn (1965) e Nakamura (1969) demonstraram que os limites de distribuição do bonito-listrado podem ser definidos através da temperatura de superfície.

Williams (1970) comparou os dados de pesca do bonito com temperaturas de superfície da água do mar, no leste do Pacífico Tropical. Esse autor constatou que a maioria dos bonitos-listrados adultos foram capturados em águas com temperatura entre 20°C e 29°C. A captura diminuiu entre 17°C e 18°C e não se registrou captura alguma em temperaturas mais baixas que esses valores.

Dizon et alii (1977) e Dizon et alii (1978) demonstraram que a temperatura de 15°C foi o limite inferior letal para o bonito-listrado do Pacífico e que o habitat dessa espécie está restrito a temperaturas da água iguais a ou maiores que 18°C.

Com base nos trabalhos realizados por Evans et alii (1980), no Atlântico, Maluf et alii (1983) determinaram as áreas favoráveis à ocorrência do bonito-listrado na superfície, na costa SE-S do Brasil, considerando, além do oxigênio, a temperatura como um dos parâmetros de delimitação dessas áreas.

Todos esses estudos têm comprovado a influência da temperatura de superfície na distribuição e ocorrência do bonito-listrado.

O presente trabalho descreve uma *metodologia* de utilização das informações obtidas por satélites e sua aplicação à pesquisa pesqueira. Tra-

ta especificamente de uma comparação dos dados de captura do bonito-lis-trado, efetuada na costa SE do Brasil, com a temperatura da superfície do mar, obtida a partir do sensor VISSR (Visible Infrared Spin Scan Radiometer) do satélite meteorológico geostacionário GOES-5.

Pretende-se, dessa forma, apresentar uma contribuição ao aperfeiçoamento dos métodos de identificação das áreas mais favoráveis à pesca exploratória de espécies de interesse no mercado, com economia de tempo e custo de operação.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### a) Localização da área de estudo

A região onde se realizou o presente trabalho corresponde ao Quadrado de Marsden número 376, delimitado pelas latitudes de  $20^{\circ}\text{S}$  e  $30^{\circ}\text{S}$  e pelas longitudes de  $40^{\circ}\text{W}$  e  $50^{\circ}\text{W}$ , com uma área aproximada de  $672.400\text{km}^2$ . A Figura 1 indica a região de estudo, subdividida em quadrados de  $1^{\circ}$  latitude x  $1^{\circ}$  longitude.

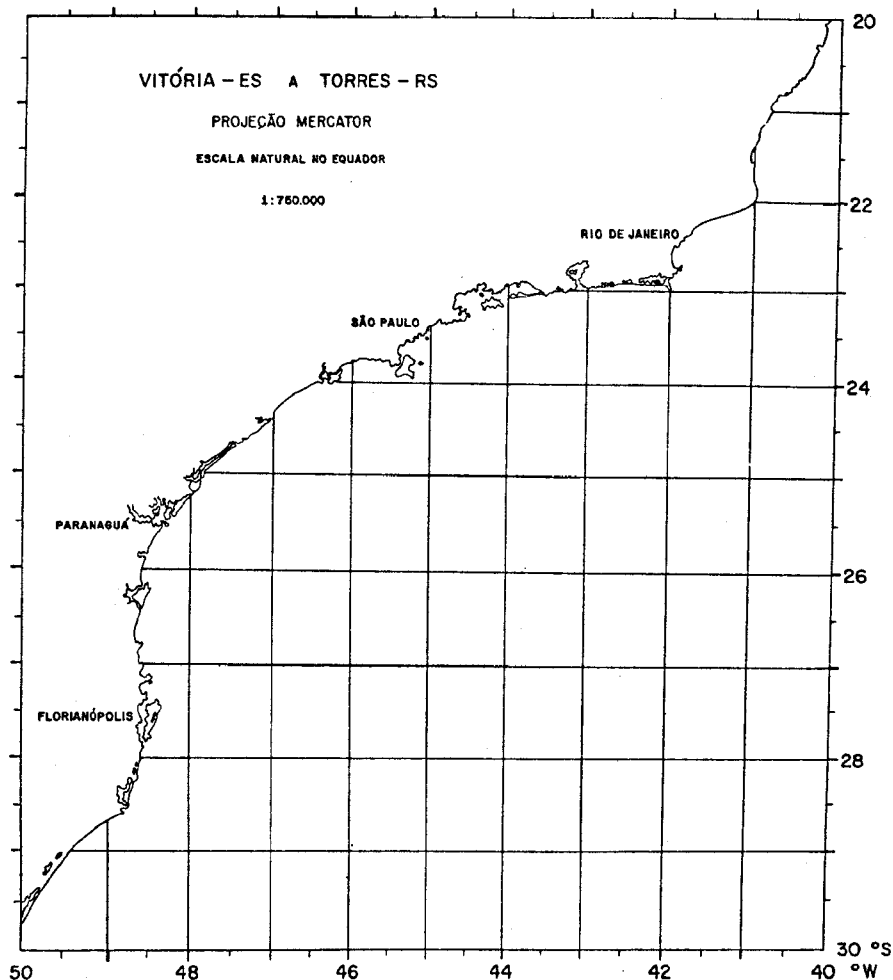


Fig. 1 - Localização da área de estudo, subdividida em quadrados de  $1^{\circ}$  latitude x  $1^{\circ}$  longitude.

b) Dados de captura do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*)

Os dados de captura do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*) foram obtidos através de Mapas de Bordo fornecidos pela Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), da Coordenadoria Regional do Rio de Janeiro (COREG-RJ). Esses dados são relativos à pesca com isca-viva, referentes ao mês de fevereiro de 1984 e foram separados por blocos (áreas de pesca) correspondentes a quadrados de 1° de latitude x 1° de longitude.

A Figura 2 indica os blocos onde ocorreram capturas no mês de fevereiro de 1984, numerados segundo o padrão adotado pela SUDEPE.

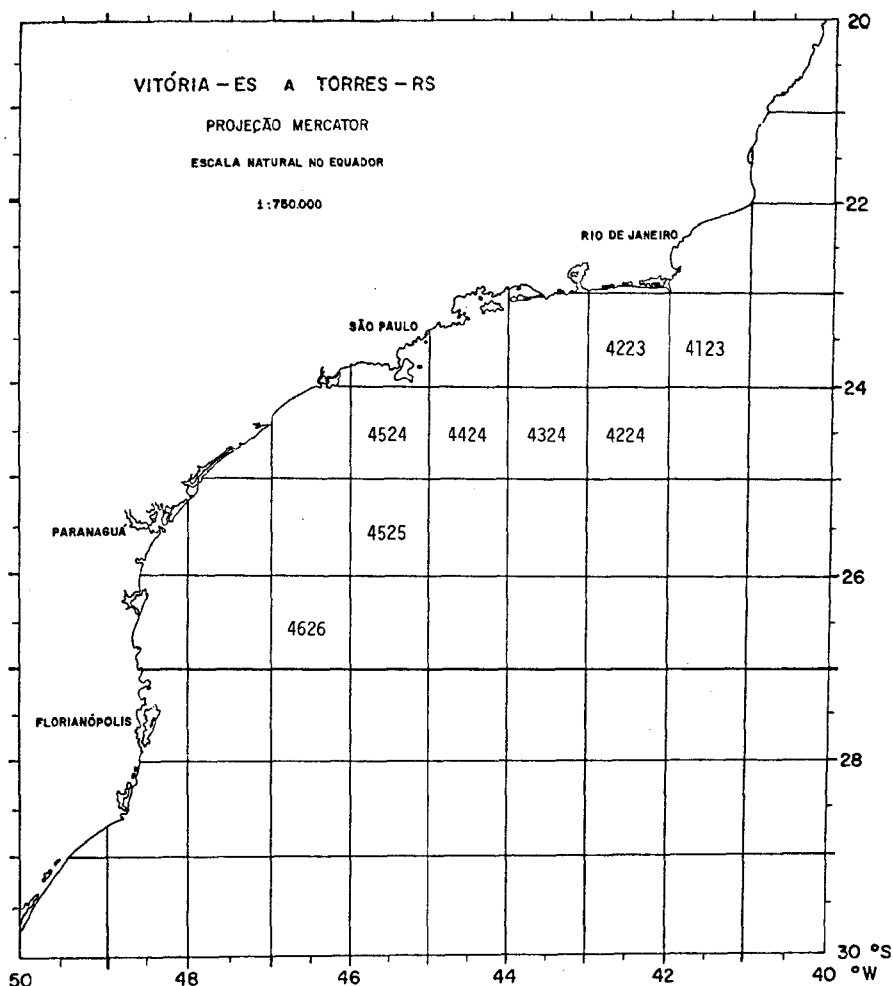


Fig. 2 - Blocos (áreas de pesca) onde ocorreram capturas no mês de fevereiro de 1984.

Para cada quadrado foi determinado o *Rendimento* (CPUE - Captura por Unidade de Esforço), considerado como a *Produção* (captura em toneladas) por *Dias de Pesca Efetiva*.

Com os valores de CPUE calculados foi construída uma carta de distribuição desses dados obedecendo a padrões previamente estabelecidos. A

Figura 3 corresponde a carta de distribuição do rendimento do bonito-listrado no mês de fevereiro de 1984. Os valores relativos a cada bloco de pesca (em toneladas/dias de pesca) foram os seguintes: BLOCO 4123 = 2,2; BLOCO 4223 = 4,2; BLOCO 4224 = 2,6; BLOCO 4324 = 3,5; BLOCO 4424 = 3,0; BLOCO 4524 = 6,0; BLOCO 4525 = 4,0 e BLOCO 4626 = 3,3.

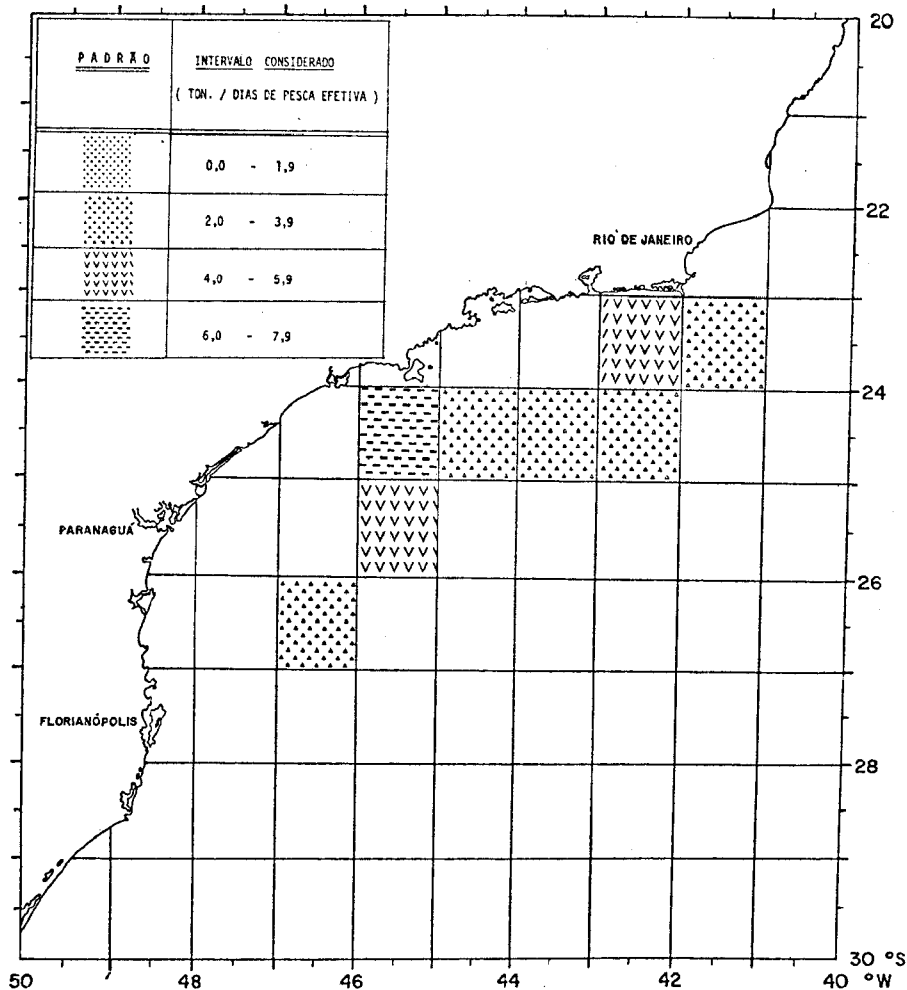


Fig. 3 - Carta de distribuição do rendimento (CPUE) do bonito-listrado em fevereiro de 1984.

### c) Dados de satélite

Os dados de satélite foram obtidos do sensor VISSR a bordo do satélite geostacionário GOES-5, recebidos no INPE, Cachoeira Paulista, São Paulo. Foi selecionada uma imagem setorizada do dia 15 de fevereiro de 1984, às 11:30 HL, pois havia pouca cobertura de nuvens sobre a área de estudo. Os dados dos canais visível (VIS) e infravermelho (INFRA) dessa imagem foram analisados e interpretados no Sistema de Análise de Imagens Multiespectrais IMAGE-100.

O método utilizou o canal visível para eliminar seletivamente os "pixels" do infravermelho que continham nuvens e/ou terra. Obteve-se, desta feita, a distribuição da temperatura de superfície da água do mar (TSM)

para a área em estudo, segundo a metodologia descrita por Inostroza et alii (1984). Foram calculadas as temperaturas médias para cada quadrado de  $1^{\circ}$  latitude x  $1^{\circ}$  longitude e, em seguida, esses valores foram corrigidos devido aos efeitos atmosféricos. Utilizaram-se para tanto o método dos mínimos quadrados e os dados SHIP (dados de temperatura da superfície do mar), coletados por navios em trânsito na área de estudo, na mesma época da gravação da imagem. Esses dados foram fornecidos pelo Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CNDO) na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Ministério da Marinha.

Com esses dados corrigidos foi elaborada uma carta, que representa a distribuição da temperatura da superfície do mar (TSM) obtida pelo satélite GOES-5 (Figura 4).

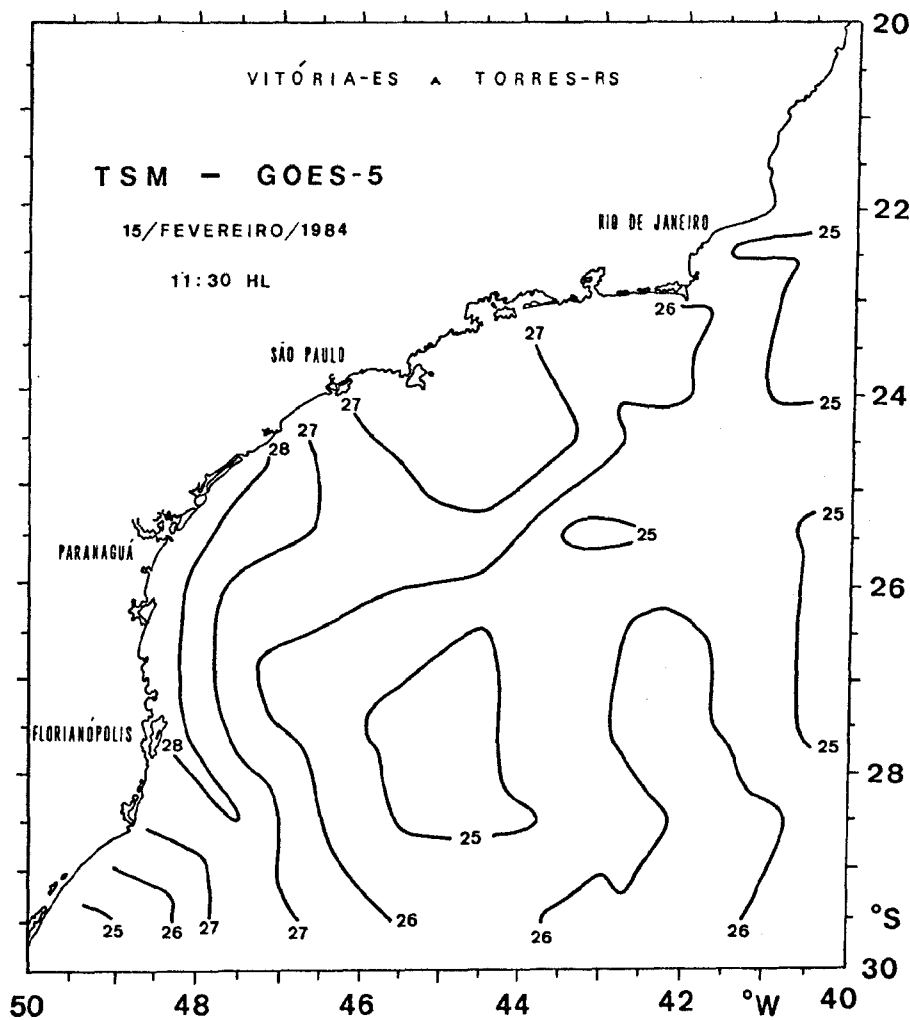


Fig. 4 - Carta de distribuição da temperatura da superfície do mar (TSM) obtida através do sensor VISSR do satélite GOES-5.

d) Comparação entre os dados de rendimento (CPUE) do bonito-listrado e os dados de satélite

A comparação entre os dados de CPUE do bonito-listrado e as temperaturas de superfície do mar, obtidas do satélite GOES-5, foi feita através de método de regressão estatística.

A Tabela 1 fornece os valores de TSM do satélite GOES-5 e os valores de CPUE do bonito-listrado correspondentes para cada bloco de pesca (quadrado de 1° latitude x 1° longitude).

TABELA 1

RELAÇÃO ENTRE A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE OBTIDA PELO SATÉLITE GOES-5 E O RENDIMENTO (CPUE) DO BONITO-LISTRADO, POR BLOCO DE PESCA (1°x1°), EM FEVEREIRO DE 1984

BLOCOS DE PESCA	TEMP. GOES-5 (°C)	RENDIMENTO (ton./dias pesca)
4123	25,4	2,2
4223	26,8	4,2
4224	25,6	2,6
4324	27,2	3,5
4424	27,9	3,0
4524	27,2	6,0
4525	26,5	4,0
4626	26,0	3,3

Com esses dados foi elaborado um gráfico que contém os valores de rendimento do bonito-listrado e os valores de TSM do GOES-5 (Figura 5).

A disposição dos dados sugeriu uma distribuição quase gaussiana. Foram calculadas, em seguida, as duas retas de regressão e determinado o ponto de máximo.

Os resultados obtidos serão discutidos a seguir.

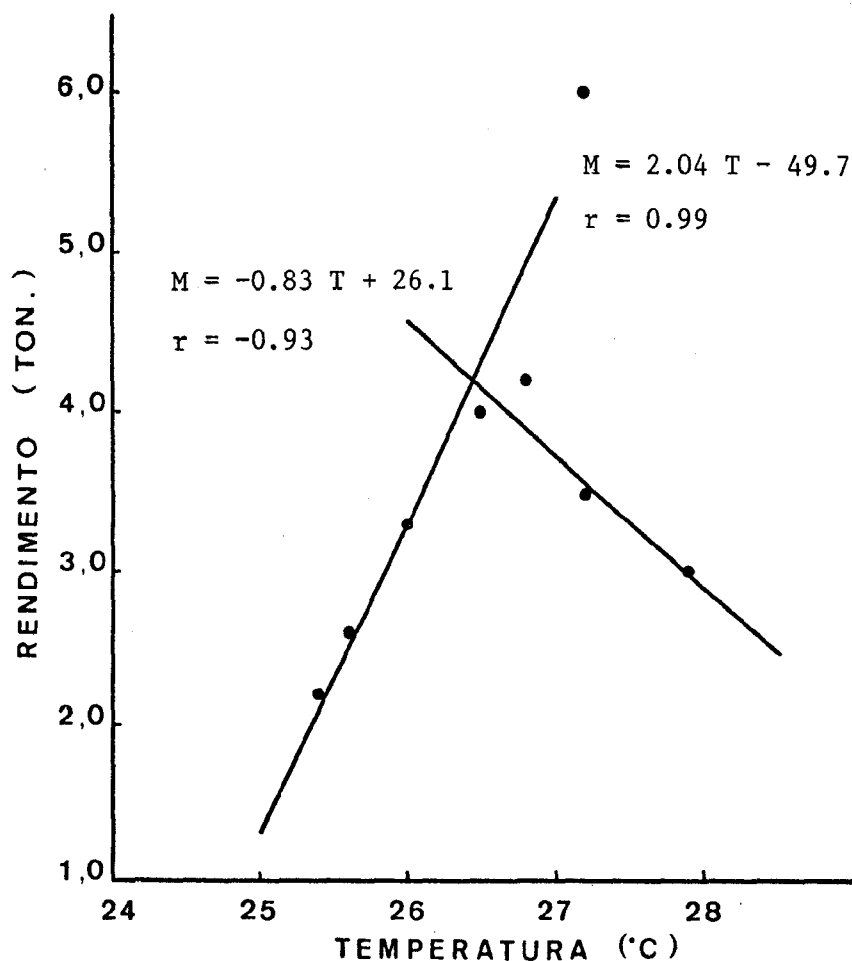


Fig. 5 - Comparação entre a TSM obtida pelo GOES-5 e o CPUE do bonito-listrado em fevereiro de 1984.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi determinado um coeficiente de correlação igual a 0,50 (para  $N=8$  e  $P=60\%$ ). Uma análise mais detalhada na Figura 5 sugeriu uma disposição quase gaussiana dos dados, não uma distribuição linear. Desde que o método de regressão linear é baseado em uma função monotônica, isto é, uma associação um para um entre as variáveis, os dados foram separados em dois subsetores. A estimativa de regressão para os dois subsetores forneceu uma relação que é válida para o intervalo da temperatura observada, bem como para a temperatura associada com a captura máxima. Neste presente estudo os valores de temperatura  $\leq 26,5^{\circ}\text{C}$  formaram um subsetor e os valores de temperatura  $\geq 26,5^{\circ}$  formaram o outro subsetor. Com esses dois subsetores foram determinadas as duas retas de regressão e os respectivos coeficientes de correlação, conforme indicados a seguir:

$$M = 2,04T - 49,7$$

(o lado frio)

$$(r = -0,99; \text{ para } N=5, P=92\%)$$

e



$$M = -0,83T + 26,1$$

(o lado quente)

$$(r = -0,93; \text{ para } N=4, P=87\%)$$

O ponto de máximo rendimento como determinado pela interseção das duas retas de regressão foi 4,2 toneladas, correspondente à 26,4°C.

Stevenson e Miller (1974) encontraram a mesma característica de distribuição gaussiana, nessa ocasião no Pacífico Leste, trabalhando com albacora e dados do satélite NOAA-2 ( $N_{T_{bb}} = 2,930$ ). O coeficiente geral de correlação encontrado por esses autores foi 0,05 (n.s.). Quando se determinaram os coeficientes de correlação para cada lado da distribuição, os resultados foram bem diferentes. Para os lados mais frio e mais quente do histograma, os valores dos coeficientes de correlação foram, respectivamente,  $r=0,92$  ( $P=99,5\%$ ) e  $r=-0,83$  ( $P=95\%$ ). O ponto de rendimento otimizado pela temperatura foi de 18,1°C.

Maluf et alii (no prelo) encontraram, na mesma área de estudo, um coeficiente de correlação simples,  $r=0,32$  ( $P=n.s.$ ), quando utilizaram a mesma metodologia aplicada neste trabalho. Os dados de CPUE, entretanto, corresponderam à média de cinco anos (1979 a 1983) para o mês de fevereiro.

A explicação para essa mudança de  $r=0,32$  a  $r=0,50$  encontra-se nos dados de rendimento e das temperaturas, que não estão na mesma escala de tempo. Os dados de TSM do GOES-5 utilizados referem-se à meia hora de um dia (11:30HL do dia 15 de fevereiro de 1984), enquanto os dados de rendimento estão acumulados em um mês (fevereiro). Está claro que as condições médias do mar (neste caso, temperatura da superfície do mar) serão diferentes para um mês, quando comparadas a somente um dia. O conjunto de dados de rendimento médio, baseado nos cinco anos, precisa de um campo de TSM correspondente. Como foram disponíveis dados de TSM somente para um dia, a correlação não foi muito boa. Quando os dados de rendimento foram extraídos do mês de fevereiro de 1984, a correlação foi um pouco melhor. Em outras palavras, dados de um dia em um mês produziram um sinal mais forte do que dados de um dia em cinco anos. Neste aspecto, se houvesse a disponibilidade de dados de TSM para todo o mês de fevereiro, a distribuição poderia ser muito melhor.

Convém lembrar também que a relação preferível é obter uma distribuição quase gaussiana entre os dois parâmetros, não uma simples relação linear. Para obter uma regressão linear, somente o lado esquerdo ou o lado direito da distribuição aparecerá nos dados.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados preliminares obtidos através da metodologia apresentada neste trabalho sugerem a viabilidade do uso de dados de um parâmetro ambiental via satélite, como a *temperatura de superfície*, para auxiliar a delimitação das áreas favoráveis à ocorrência do bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*).

Os resultados indicaram também a importância de trabalhar com observações de dados ambientais obtidos através de satélites e dados biológico-pesqueiros, em escala de tempo mais real e simultânea possível.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACKBURN, M. Oceanography and the ecology of tunas. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 3:299-322, 1965.
- DIZON, A.E.; BRILL, R.W.; MAGNUSON, J.J. Rapid temperature compensation of volitional swimming speeds and lethal temperatures in tropical swimming tunas (Scombridae). *Environmental Biology of Fishes*, 2:83-92, 1977.
- DIZON, A.E.; BRILL, R.W.; YUEN, H.S.H. Correlations between environment, physiology and activity, and the effects on thermo-regulation in skipjack tuna. In: SHARP, G.D.; DIZON, A.E., ed. *The physiological ecology of tunas*. New York, Academic Press, N.Y., 1978. p. 233-260.
- EVANS, R.H.; McLIAN, D.R.; BAUER, R.A. Atlantic skipjack tuna: influences of the environment on their vulnerability to surface gear. *Collective Volume of Scientific Papers*, ICCAT, 9:264-274, 1980.
- INOSTROZA V., H.M.; STEVENSON, M.R.; MOREIRA, J.C. *Estudio de un vórtice de la corriente del Brasil observado el 30 de Septiembre de 1983, con el Sensor VISSR del satélite GOES-5*. Apresentado na IVª Reunión Plenaria de la SELPER, Santiago, Chile, 12-16, noviembre de 1984 (no prelo).
- MALUF, S.; MATSUURA, Y.; STECH, J.L. *Primeira tentativa de identificação de áreas favoráveis à ocorrência de bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*), através da análise de dados oceanográficos na região sudeste-sul do Brasil*. São José dos Campos, INPE, 1983. (INPE-2972-RPE/449).
- MALUF, S.; STEVENSON, M.R.; INOSTROZA V., H.M. *Comparação de dados sazonais de pesca e temperaturas de superfície do mar obtidas por satélite*. Apresentado na IVª Reunión Plenaria de la SELPER, Santiago, Chile, 12-16 noviembre de 1984 (no prelo).
- NAKAMURA, H. *Tuna distribution and migration*. London, Fishing News, 1969. 766 p.
- STEVENSON, M.R.; MILLER, F.R. Application of satellite data to study oceanic fronts in the eastern Pacific. *Inter-American Tropical Tuna Commission*, Final Report, Grant nº 04-3-158-59, 1974.
- WILLIAMS, F. Sea surface temperature and the distribution and apparent abundance of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern Pacific Ocean 1951-1968. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin (IATTC)*, 15:229-281, 1970.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Instituto de Pesquisas Espaciais - Financiadora de Estudos e Projetos B/54/81/042/00/00 (CNPq/INPE-FINEP) - e à Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM) - 9006 pelo suporte financeiro parcial.

À Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) - Coordenadoria Regional do Rio de Janeiro (COREG-RJ), na pessoa do Prof. Sílvio Jablonski, pelo fornecimento dos Mapas de Bordo referentes à pesca de atuns e afins com Isca Viva.

Ao Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CNDO) na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Ministério da Marinha, pelo fornecimento dos dados SHIP, dados de temperatura da superfície do mar.

Ao Dr. Alejandro Livio Camerlengo pela revisão técnica do trabalho e valiosas sugestões fornecidas.

À Marília Prado de Carvalho pela cuidadosa revisão de linguagem.

À Célia Regina da Rosa pelo carinho e amizade com que cuidou da datilografia.