

## O SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A UM MODELO DE CARTAS DE PESCA

SYDNÉA MALUF  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
São José dos Campos, SP - Brasil

### SYNOPSIS

*A methodology for the determination of the best potential fishing zones, for sardine, in the Brazilian coastal area of the Southwestern Tropical Atlantic Ocean, between latitudes 21°45'S and 25°00'S and longitudes 40°50'W and 47°00'W is presented. By using this methodology, a fishing chart model is developed from observations relative to the months of July, August, September, November and December. Marine fishing chart containing such zones are presented for the September month. The potentiality of the VHRR-IR and the surface charts of NOAA's satellite, as a help in the determination of the fishing zones is also demonstrated.*

### Introdução

Com o lançamento do satélite terrestre LANDSAT-1 (inicialmente ERTS-1 - "Earth Resources Technology Satellite 1") pela NASA ("National Aeronautics and Space Administration"), em Julho de 1972, pesquisadores ligados à pesca voltaram a atenção para o uso de suas potencialidades, no levantamento e monitoramento das correlações existentes entre os dados do MSS (Multispectral Scanner) do LANDSAT-1, os padrões de distribuição do peixe e alguns parâmetros oceanográficos, tais como: cor do oceano, teor de clorofila, turbidez da água, temperatura e salinidade. Alguns resultados dessas correlações são encontrados em Kemmerer & Benigno (1973), Maughan, Marmelstein & Temple (1973), Bullis & Kemmerer (1976), Kemmerer & Butler (1977).

Assim como o LANDSAT, os satélites meteorológicos começaram a ser utilizados para levantamento de recursos pesqueiros, como por exemplo, os satélites da série NOAA ("National Oceanic and Atmospheric Administration"). Oceanógrafos da IATTC ("Inter American Tropical Tuna Commission") demonstraram a viabilidade do uso das imagens infravermelho termal (IR), do VHRR (Very High Resolution Radiometer) no monitoramento de áreas do oceano com temperaturas superficiais mais quentes ou mais frias que a normal, assim como das frentes oceânicas, tão importantes à pesca (Stevenson & Miller, 1973; 1974 a e b). Stevenson, Miller & Kirkham (1975 e 1976) e Stevenson & Kirkham (1976) demonstraram a utilidade do VHRR (NOAA) e do MSS (LANDSAT) no campo da oceanografia pesqueira. Através dos dados infravermelho, visual e colorido, coletados desses dois satélites, os autores indicam as aplicações do conjunto dessas informações, no monitoramento das condições da superfície do mar, no Pacífico Norte.

Este trabalho apresenta uma metodologia desenvolvida no INPE, aproveitando, evidentemente, a experiência existente.

### Metodologia

Foram elaboradas cerca de trinta e uma cartas de distribuição superficial de temperatura (°C), salinidade (‰), oxigênio (mL/l), fósforo ( $\mu\text{g at/l}$ ), vento (graus e nós) e de captura de sardinha (kg/lance), para os seis meses estudados (julho a dezembro). Essas cartas foram confeccionadas a partir de valores médios mensais, localizados em quadrados de 0,5° x 0,5° e 1° x 1° (no caso especial das Cartas de Vento), com base na carta n.º 23900 da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Ministério da Marinha (escala natural 1:1.000.000).

Foram subdivididas, as ditas cartas, em: Cartas Básicas n.º 1, 2, 3 e 4 segundo a etapa da sua elaboração e utilização e denominadas Básicas porque contém as informações básicas e essenciais à delimitação das zonas mais propícias à pesca (Inostroza & Maluf, 1978; Maluf, 1978).

Tendo-se determinado as zonas mais propícias à pesca, em função do índice de captura de sardinha (kg/lance) e dos parâmetros oceanográficos a ela associados, estas foram transportadas para uma outra série de cartas, consideradas segundo o Modelo aqui desenvolvido, as *Cartas de Pesca* propriamente ditas. Essas zonas ficaram ilustradas como núcleos distintos, distribuídos ao longo de toda a costa da área em estudo. Determinou-se para cada mês:

- o número total de zonas mais propícias à pesca contidas na respectiva Carta de Pesca;
- suas localizações: pelas coordenadas geográficas aproximadas do centro de cada zona mais propícia à pesca, pela distância da costa ao limite mais próximo da zona analisada (em quilômetros e milhas náuticas) e pela profundidade local;
- a dimensão (km)<sup>2</sup> de cada zona;
- o valor aproximado em kg/lance de sardinha capturada.

Foi realizada uma comparação qualitativa (visual), entre a imagem do VHRR infravermelho termal, do satélite NOAA-5, correspondente ao dia 29 de setembro de 1977 (órbita no 5282, horário 10:43Z), e a carta oceanográfica de temperatura superficial, obtida com os valores médios referentes ao mês de setembro. A área de estudo, contida nessa imagem, foi ampliada e os contrastes térmicos apresentados na água do mar, realçados segundo a técnica descrita por Corbell *et al.* (1976), no laboratório fotográfico do INPE em São José dos Campos. Sobre essa imagem foi feita uma transparência, delimitando as áreas mais claras e escuras da parte correspondente ao mar (respectivamente regiões de águas frias e quentes). Nessa transparência foram ilustradas, também, as zonas mais propícias à pesca, contidas na Carta de Pesca do mês de setembro.

Posteriormente, fez-se uma comparação das cartas contendo as isotermas traçadas a partir dos dados de temperatura de superfície (obtidas pelo satélite NOAA-4), com a mesma carta oceanográfica de temperatura superficial, utilizada anteriormente (mês de setembro). As informações sobre a temperatura da superfície do mar, obtidas pelo satélite NOAA-4, assim como as isotermas traçadas a partir desses dados, correspondem às imagens dos dias 3 de setembro de 1975 e 7 de setembro de 1976 e representam a temperatura de superfície do mar, para a área compreendida entre as latitudes de 15°00'S e 30°00'S e longitudes de 034°00'W e 049°00'W. Maiores detalhes poderão ser encontrados em Ikeda, 1977.

Sobre essa área, delineamos a região correspondente à área de estudo deste trabalho e, dentro desta, em asterisco, representaram-se as zonas mais propícias à pesca do mês de setembro (guardadas as devidas proporções de escala). Para exemplificar, foram consideradas somente duas das zonas mais propícias à pesca: a que se localizou frente à Baía de Guanabara (zona 1) e a situada entre Ilha Grande e Ilha de São Sebastião (zona 2).

### Resultados

Os resultados alcançados dizem respeito somente a cinco dos seis meses estudados: julho, agosto, setembro, novembro e dezembro. No mês de outubro, a distribuição da captura de sardinha ocorreu até a isóbata de 150 metros (entre Cabo de São Tomé e Baía de Guanabara) sendo que, frente à Ilha de São Sebastião, ocorreu entre as isóbatas de 50 a 100 metros. Analisando, por outro lado, as cartas oceanográficas desse mês, pôde-se constatar que a distribuição dos parâmetros ocorreu mais além da costa, pouco ou nada coincidindo com a distribuição da captura de sardinha, sendo portanto, impossível a correlação entre essa e os parâmetros ambientais.

A Figura 1 ilustra uma das cinco cartas de Pesca, relativa ao mês de setembro, contendo as zonas mais propícias à pesca, determinadas a partir da metodologia estabelecida nesse primeiro modelo de Carta de Pesca.

A Tabela I indica, para esse mesmo mês, o número de zonas mais propícias à pesca e suas características. Essas zonas encon-

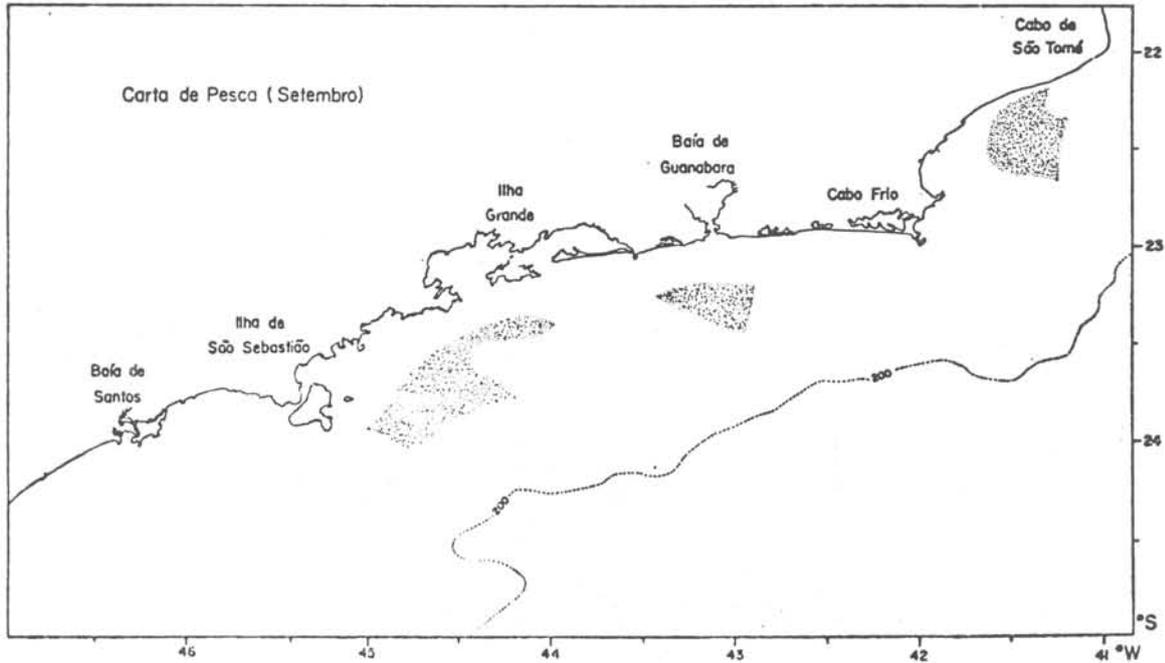


Fig. 1 – Carta de Pesca em Setembro,

TABELA I

INFORMAÇÕES SOBRE AS ZONAS MAIS PROPÍCIAS À PESCA  
DA CARTA DE PESCA DO MÊS DE SETEMBRO

ZONA	LOCALIZAÇÃO					ÍNDICE DE CAPTURA (kg/lance)	DIMENSÃO (km <sup>2</sup> )
	COORDENADAS DE CENTRO		DISTÂNCIA APROXIMADA DA COSTA		PROFUNDIDADE LOCAL		
	Latitude	Longitude	(km)	(nm)	(m)		
1	22°25'S	41°25'W	9	5	10– 60	> 7.000	1.669
2	23°20'S	43°10'W	28	15	90–120	> 14.000	1.027
3	23°45'S	44°35'W	28	15	50–100	> 14.000	2.910
Total de área mais propícia à pesca							5.606

tram-se numeradas nas tabelas, para facilitar sua identificação, devendo ser consideradas, na carta, da direita para a esquerda. Observa-se pela figura, que foram três as zonas mais propícias à pesca determinadas para esse mês: a primeira entre Cabo de São Tomé e Cabo Frio, definida pelos parâmetros: temperatura e salinidade, com intervalos entre 20°C a 21°C e 36,00 ‰ a 36,10 ‰; a segunda, localizada frente à Baía de Guanabara, foi definida pelos parâmetros temperatura, salinidade, oxigênio e fosfato com valores compreendidos entre 20°C e 21°C, 35,50 ‰ a 36,20 ‰, 5,0 ml/l a 5,2ml/l a 0,30µg at/l a 0,35 µg at/l respectivamente; a terceira e última zona mais propícia à pesca localizou-se entre a Ilha Grande e Ilha de São Sebastião, definida também pelos quatro parâmetros oceanográficos acima mencionados, com valores compreendidos entre 22°C a 23°C, 35,10 ‰ a 36,00 ‰ 4,8 ml/l a 5,0 ml/l e 0,30 µg at/l a 0,40 µg at/l respectivamente.

Pelos resultados obtidos, constatou-se que a zona mais propícia à pesca da sardinha, mais distante da costa, foi a do mês de julho, localizada a aproximadamente 37 km da costa (20mn), entre Cabo de São Tomé e Cabo Frio. Nos meses de setembro, novembro e dezembro, observaram-se zonas mais próximas à costa (cerca de 9 km de distância, ou 5 mn). Registrou-se para o mês de setembro, a maior área correspondente às zonas mais propícias à

pesca, com um total de 5606 km<sup>2</sup> (Tabela I) e a menor, a do mês de novembro, com 3551 km<sup>2</sup>. A zona mais propícia à pesca localizada sobre a região de maior profundidade foi a do mês de setembro, situada entre Ilha Grande e Ilha de São Sebastião entre 90 e 120 metros (Figura 1); a localizada sobre a região de menor profundidade foi a do mês de novembro, situada entre 10 e 40 metros (entre Cabo de São Tomé e Cabo Frio).

Comparando a imagem termal do satélite NOAA-5 com a carta oceanográfica de temperatura superficial, constatou-se que as áreas mais claras da imagem (água mais fria), corresponderam a regiões de temperatura menor que 22°C na carta oceanográfica, e as áreas mais escuras (água mais quente) corresponderam a temperaturas maiores que 22°C, na carta oceanográfica. Com relação à localização das zonas mais propícias à pesca no mês de setembro, observou-se que as zonas 1 e 2 (localizadas respectivamente entre Cabo de São Tomé e Cabo Frio e frente à Baía de Guanabara) situaram-se numa região de baixa temperatura (áreas claras). Essas zonas foram definidas por um mínimo de temperatura (menor que 21°C). A terceira zona, localizada entre Ilha Grande e Ilha de São Sebastião, está sobre uma região de águas mais quentes, na imagem do NOAA-5, e foi definida por um máximo de temperatura (entre 22° e 23°C).

A Figura 2 indica as isotermas traçadas a partir dos dados de temperatura da superfície do mar, obtida através do satélite NOAA-4, do dia 3 de setembro de 1975. Comparando essa carta com a carta oceanográfica de temperatura superficial observou-se que a zona 1 localizou-se numa região onde a temperatura, fornecida pelo NOAA-4 foi de 20°C e a temperatura dada pela carta oceanográfica foi 21°C; na região da zona 2, a temperatura do NOAA-4 foi 21°C e a oceanográfica ficou entre 22° e 23°C. Verifica-se, portanto, que a diferença entre a temperatura registrada pela carta do satélite NOAA-4 e a da carta oceanográfica, nas regiões da zona 1 e 2, foi de  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Smith *et al* (1970), obtiveram os mesmos resultados, utilizando imagens do THIR (Temperature Humidity Infrared Radiometer) do satélite NIMBUS.

### Conclusão

Esse primeiro Modelo de Cartas de Pesca apresentou um número de zonas propícias à pesca diferente a cada mês, assim como suas localizações e os valores dos parâmetros oceanográficos que a

definiram. Isso é esperado, principalmente quando se considera fenômenos como migrações, variações ambientais, etc., que ocorrem de um mês para o outro numa mesma região. Esses fatores são importantes e precisam ser levados em consideração quando se pretende avaliar, não somente o número de zonas mais propícias à pesca mas, também, suas localizações. Pela comparação das informações oceanográficas com as de sensores remotos, pôde-se concluir a utilidade dos dados de temperatura, obtidos através dos satélites da série NOAA; no auxílio à determinação das zonas acima referidas. As cartas de temperatura da superfície do mar, obtidas através de dados dos satélites meteorológicos podem ser consideradas *cartas básicas* no levantamento e monitoramento dos recursos pesqueiros.

### Bibliografia

BULLIS, H.R.J. & KEMMERER, A.J. 1976. Examples of aerospace remote sensing applications to fisheries investigations.



Fig. 2 – Isotermas obtidas dos dados de temperatura da superfície do mar (Satélite NOAA-4), correspondente ao dia 3 de setembro de 1975 (segundo Ikeda & Pereira F., 1978).

Denmark, International Council for Exploration of the Sea.  
CORBELL, R.P.; CALLAHAM, C.J. & KOTSCH, W.J. 1976. Operational enhancement curves in active memory bank. The GOES/SMS user's guide. Washington, D.C., NOAA/NESS, p.75.  
IKEDA, Y. 1977. Influências sazonais nas propriedades oceanográficas em grande, média e pequena escalas, de Cabo Frio-RJ a Cananéia-SP, baseadas nos dados obtidos pelo N/Oc. "Prof. W. Besnard" e satélite NOAA-4. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.  
INOSTROZA, V. & MALUF, S. 1978. Atlas de estruturas oceanográficas da costa sudeste do Brasil para estudos de sensoriamento remoto. São José dos Campos, INPE-1179-NTE/108, v. 1 e 2.  
KEMMERER, A. J. & BENIGNO, J. A. 1973. Relationships between remotely sensed fisheries distribution information and selected oceanographic parameters in the Mississippi Sound. Symposium on Significant Results obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1. Maryland, v. 1, p. 1685-1695.  
----- & BUTTLER, J.A. 1977. Finding fish with satellites. Mar. Fish. Rev., 39 (1) : 16-21.  
MALUF, S. 1978. Cartas de pesca: um modelo de cartas de pesca

utilizando dados oceanográficos e de sensoriamento remoto aplicado à sardinha. Tese de Mestrado. São José dos Campos, SP, Instituto de Pesquisas Espaciais.  
MAUGHAN, P. M.; MARMELSTEIN, A. S & TEMPLE, O. R. 1973. Application of ERTS-1 imagery to the harvest model of the menhaden fishery. Symposium on Significant Results obtained from the Earth Resources Technology Satellite-1. Maryland, v. 1, p.1405-1411.  
SMITH, W. L.; RAO, P. K.; KOFFLER, R. & CURTIS, W. R. 1970. The determination of sea-surface temperature satellite high resolution infrared window radiation measurements. Mon. Weath. Rev. U.S. Dep. Agric., 98 (8) : 604-611.  
STEVENSON, M. R. & KIRKMAN, R. G. 1976. On the use of satellite scanning radiometer data to monitor sea surface temperatures. III Simp. latinoamer. Oceanogr. biol., San Salvador.  
----- & MILLER, F.R. 1973. Application of high resolution infrared and visual data to investigate changes in and the relationship between sea surface temperature and cloud patterns over the eastern tropical Pacific. La Jolla, California, Inter-Amer. trop. Tuna Comm. (Final Report for SPOC Contract n.º NOO14-72-C-0360).  
----- & ----- 1974a. Application of satellite data to stu-

dy oceanic fronts in the eastern Pacific. La Jolla, California, Inter-Amer. trop. Tuna Comm. (Final Report for SPOC, NOAA Grant n.º 04-3-158-59).

----- & ----- 1974b. Comparison of infrared satellite data and fish catch data. Mems Congr. nac. Oceanogr., 5.º, Guaymas, México.

----- ; ----- & KIRKHAM, R. G. 1975. Use of ERTS (MSS) and NOAA VHRR data in marine resource assessment.

La Jolla, California, Inter-Amer. trop. Tuna Comm. (Final Report for SPOC NOAA Grant n.º 04-5-158-56).

----- ; ----- & ----- 1976. Comparison of NOAA 3-4 VHRR imagery and LANDSAT multi-spectral scanner images with marine resource measurements. La Jolla, California, Inter-Amer. trop. Tuna Comm. (Final Report for SPOC NOAA Grant n.º 04-6-158-44043).