

| | | | |
|--|---------------------------|--|--|
| 1. Publicação nº <i>INPE-3673-RPE/489</i> | 2. Versão | 3. Data <i>Out., 1985</i> | 5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita |
| 4. Origem <i>DME/DAM</i> | Programa <i>OCEMAR</i> | | |
| 6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>SENSORIAMENTO REMOTO TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR PESCA DE ATUM</i> | | | |
| 7. C.D.U.: <i>597.587.2:528.711.7(816.2/5)</i> | | | |
| 8. Título <i>INPE-3673-RPE/489</i> <i>RELATÓRIO FINAL - SUBPROJETO CARPE: FASE ATUM (ALBACORA-DE-LAJE, ALBACORA-BRANCA, ALBACORA-BANDOLIM)</i> | | 10. Páginas: <i>37</i> | 11. Última página: <i>26</i> |
| 9. Autoria <i>Myrian de Moura Abdon</i> | | 12. Revisada por <i>Merritt R. Stevenson</i> Merritt R. Stevenson | |
| Assinatura responsável <i>Myrian de Moura Abdon</i> | | 13. Autorizada por <i>Marco Antonio Raupp</i> Marco Antonio Raupp Diretor Geral | |
| 14. Resumo/Notas <i>Intervalos de temperatura da superfície do mar favoráveis a pesca de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandolim foram previamente definidos em águas oceânicas do sul e sudeste do Brasil. Mapas de áreas favoráveis à pesca dessas três espécies foram preparadas para o período de fevereiro a julho de 1980. Na elaboração desses mapas, foram automaticamente processadas por computador, no sistema IMAGE-100, imagens do canal infravermelho termal recebidas do satélite SMS-2. Foi feita uma comparação detalhada dos dados de CPUE de albacora-branca e albacora-bandolim dos anos de 1978 e 1979 com as temperaturas da superfície do mar; estes dados foram coletados em tempo real numa pequena área influenciada pela Convergência Subtropical. O estudo mostrou que os intervalos de temperatura propícios à pesca dessas espécies de atum mudam de mês para mês durante o ano. Foram elaborados mapas de pesca no sistema PDP/VIZIR utilizando uma metodologia para realçar intervalos de nível de cinza, os quais representam intervalos de temperatura da superfície do mar favoráveis às espécies de atum. O sistema PDP/VIZIR tem a capacidade de produzir um mapa de áreas favoráveis à pesca de atum quase que em tempo real ao recebimento e à gravação da imagem de satélite na estação de recepção (Cachoeira Paulista).</i> | | | |
| 15. Observações <i>Este subprojeto foi financiado parcialmente pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) dentro do Plano Setorial para os Recursos do Mar (PSRM).</i> | | | |

AGRADECIMENTOS

A autora agradece as seguintes pessoas e entidades que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Luis Alberto Zavala-Camin as sugestões e fornecimento de parte dos dados de pesca, através da Divisão de Pesca Marítima do Instituto de Pesca de São Paulo.

Ao Sr. José Nelson da Silva, técnico da SUDEPE do Rio Grande (RS), o fornecimento de parte dos dados de pesca utilizados no trabalho.

Ao Dr. Merritt R. Stevenson a coordenação do projeto.

Ao Departamento de Meteorologia do INPE as sugestões e apoio no desenvolvimento de metodologias para o trabalho.

Ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos o fornecimento dos dados oceanográficos utilizados neste trabalho.

A CIRM, Comissão Interministerial para Recursos do Mar, o suporte financeiro para a realização do trabalho, através do subprojeto CARPE nº 9006.

ABSTRACT

Sea surface temperature intervals suitable for large catches of yellowfin tuna, albacora and bigeye tuna were previously defined in oceanic water of the south and southeast of Brazil. Maps of favorable fishing areas for these species were prepared for the period February to July of 1980. In the development of these maps, thermal infrared images received from the SMS-2 satellite were automatically processed by computer on the IMAGE-100 system. A detailed comparison was made of albacore and bigeye tuna CPUE data for 1978 and 1979 with sea surface temperatures, collected in real time, for a small area influenced by the Subtropical Convergence. The study showed that temperature intervals favorable for fishing these tuna species changes month-to-month during the year. Fishing maps were made on the PDP/VIZIR system using a methodology to enhance gray level intervals that represented sea surface temperature intervals suitable for these tuna species. The PDP/VIZIR system has the capability of producing maps of propitious areas for tuna fishing, in near real time, of a satellite image received and recorded at the INPE receiving station (Cachoeira Paulista).

SUMÁRIO

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| LISTA DE FIGURAS | <i>vii</i> |
| LISTA DE TABELAS | <i>ix</i> |
| 1. <u>INTRODUÇÃO</u> | 1 |
| 2. <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> | 2 |
| 2.1 - Obtenção de mapas de áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandolim | 2 |
| 2.2 - Primeiro teste do modelo de cartas de pesca | 5 |
| 2.3 - Verificação da variação dos intervalos de temperatura propícios à pesca de atum durante o ano | 5 |
| 2.4 - Elaboração de mapas de áreas favoráveis à pesca de atum no sistema PDP/VIZIR | 6 |
| 2.5 - Segundo teste do modelo de mapas de áreas favoráveis à pesca de atum | 7 |
| 3. <u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u> | 8 |
| 3.1 - Mapas de áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandolim | 8 |
| 3.2 - Primeiro teste do modelo de mapas de áreas favoráveis a pesca de atum | 12 |
| 3.3 - Variação dos intervalos de TSM propícios à pesca de atum durante o ano | 13 |
| 3.4 - Mapas de áreas favoráveis à pesca de atum elaborados no PDP/VIZIR | 18 |
| 3.5 - Segundo teste do modelo de mapas de áreas favoráveis à pesca de atum | 22 |
| 4. <u>CONCLUSÕES</u> | 24 |
| 5. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | 25 |

LISTA DE FIGURAS

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| 1 - Diagrama para obtenção de mapas de áreas de pesca de atuns. | 7 |
| 2 - Áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje (fevereiro, 1980) | 9 |
| 3 - Áreas favoráveis à pesca de albacora-branca (julho, 1980).. | 10 |
| 4 - Áreas favoráveis à pesca de albacora-bandolim (março, 1980). | 10 |
| 5 - Mapa de áreas favoráveis à pesca de albacora-branca e albacora-bandolim | 12 |
| 6 - Variações mensais de CPUE de albacora-branca e TSM para abril de 1978 a setembro de 1979 | 14 |
| 7 - Variações mensais de CPUE de albacora-bandolim e TSM para abril de 1978 a setembro de 1979 | 14 |
| 8 - Foto realçada com a curva 22 | 21 |
| 9 - Foto realçada com a curva 20 | 22 |
| 10 - Cópia NEFAX de um mapa de pesca elaborado no sistema PDP/VIZIR | 23 |

LISTA DE TABELAS

| | <u>Pág.</u> |
|--|-------------|
| 1 - Intervalos de temperatura favoráveis à pesca de atum | 3 |
| 2 - Correspondência entre TSMS e nível de cinza | 9 |
| 3 - Dados médios mensais de TSM, CPUE de albacora-branca e albacora-bandolim para os anos de 1978 e 1979, coeficientes de correlação para TSM e CPUE | 15 |
| 4 - Intervalos de TSM definidos com os 20% maiores valores de CPUE de albacora-branca | 16 |
| 5 - Intervalos de TSM definidos com os 20% maiores valores de CPUE de albacora-bandolim | 17 |
| 6 - Intervalos de TSM mensais mais favoráveis à pesca de albacora-branca e albacora-bandolim..... | 18 |
| 7 - Intervalos de temperatura da superfície do mar propícios à pesca de atuns | 19 |
| 8 - Dados da curva de realce número 22 | 20 |
| 9 - Dados da curva de realce número 20 | 21 |

1. INTRODUÇÃO

Em função de uma crescente demanda proteica mundial tem-se sentido necessidade de conhecer mais detalhadamente a biologia, a fisiologia e o comportamento das espécies marinhas para explorar melhor os recursos do mar. Paralelamente a isto, tem-se tentado desenvolver métodos para racionalizar a procura de pescado e aumentar sua quantidade de um modo mais rápido e menos dispendioso do que a tentativa de ensaio e erro, processo este que vem sendo utilizado até a atualidade.

Com o propósito de minimizar os gastos e otimizar o tempo, o emprego de técnicas de sensoriamento remoto torna-se importante neste trabalho. Através dele obtêm-se dados de parâmetros oceanográficos que estejam ocorrendo na área em estudo e afetam diretamente a distribuição das espécies no meio ambiente marinho.

O objetivo deste subprojeto foi estudar as relações existentes entre capturas de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandalim e temperaturas da superfície do mar, utilizando dados oceanográficos e dados obtidos através do satélite GOES. Como produto final, pretendeu-se elaborar e distribuir mapas de pesca destas três espécies de atum, feitos com base em informações de temperatura da superfície do mar, em tempo real à recepção e à gravação da imagem do satélite pelo INPE.

Realizou-se anteriormente um estudo para determinar intervalos de temperatura da superfície do mar propícios à pesca de espécies de atum (Abdon, 1983a). Este estudo teve como objetivo principal delimitar as zonas propícias à pesca de três espécies de atum (*Thunnus albacares*, *Thunnus alalunga* e *Thunnus obesus*) na costa sudeste e sul do Brasil, utilizando dados oceanográficos e do satélite SMS-2. Os dados oceanográficos e os de pesca foram trabalhados por mês e por bloco de 5° x 5°. Foram feitas correlações entre os dados de temperatura da superfície do mar e os de Captura Por Unidade de Esforço (CPUE). Foram determinados intervalos de temperatura da superfície do mar onde a pes

ca de cada espécie ocorreu com maior rendimento. Em seguida, estes intervalos foram transformados em dados correspondentes aos registrados pelo satélite SMS-2, através de equações de regressão construídas com dados de estações fixas costeiras e dados do satélite SMS-2. Esses intervalos foram localizados nas imagens de satélite e relacionados às massas de água presentes na superfície da área de estudo. Os resultados mostraram a necessidade de trabalhar com dados mais precisos de temperatura e CPUE, coletados em tempo real, para que estes possam ser relacionados a condições oceânicas e ambientais de maiores profundidades onde se encontram as espécies de atum estudadas.

Com base nos resultados alcançados por Abdon (1983a), desenvolveram-se os trabalhos que são detalhadamente descritos a seguir.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - OBTENÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PESCA DE ALBACORA-DE-LAJE, ALBACORA-BRANCA E ALBACORA-BANDOLIM

Esta primeira etapa do projeto foi uma tentativa para determinar regiões apropriadas para pesca de algumas espécies de atum em áreas do sul e sudeste do Brasil, Uruguai e Nordeste da Argentina, considerando a distribuição de temperatura da superfície do oceano, no período de fevereiro a julho de 1980 (Abdon, 1983b).

De vários parâmetros ambientais, somente dados de temperatura da superfície do mar foram utilizados neste estudo porque eles podem ser registrados por satélites meteorológicos. Esses dados foram obtidos de dados históricos oceanográficos e do canal infravermelho do sensor "Visible Infrared Spin Scan Radiometer" (VISSR) do satélite SMS-2. Os mapas obtidos com este trabalho não podem ser considerados produto final, pois estão sujeitos a vários refinamentos.

A área de estudo está localizada no Atlântico Sudoeste entre as latitudes 20°00'S e 40°00'S e as longitudes 30°00'W e 60°00'W.

Esta área consiste em aproximadamente 7.260.000km² e é considerada uma área de pesca muito importante no Brasil.

Mapas de áreas favoráveis à pesca das espécies de atum: albacora-de-laje (*Thunnus albacares*), albacora-branca (*Thunnus alalunga*) e albacora-bandolim (*Thunnus obesus*) foram preparados para o período de fevereiro a julho de 1980, com base em intervalos de temperatura da superfície do mar. Estes mapas foram obtidos de imagens do infravermelho do satélite SMS-2, de acordo com os métodos desenvolvidos por Abdon (1983a) que definiu intervalos de temperatura da superfície do mar favoráveis à pesca de atum em águas do sul e sudeste do Brasil (Tabela 1).

TABELA 1

INTERVALOS DE TEMPERATURA FAVORÁVEIS À PESCA DE ATUM

| ESPÉCIES DE ATUM | ALBACORA-DE-LAJE | ALBACORA-BRANCA | ALBACORA-BANDOLIM |
|---------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| CPUE (kg/100 anzóis) | > 60 | > 30 | > 30 |
| Intervalo de Temperatura Real (°C) | 21,36 - 24,04 | 17,38 - 20,17 | 13,96 - 20,50 |

FONTE: Abdon (1983a)

A metodologia usada na elaboração dos mapas foi:

- 1) Seis imagens do satélite SMS-2 obtidas no canal infravermelho foram selecionadas, uma para cada mês do período de fevereiro a julho de 1980. Este período apresentou uma pequena porcentagem de cobertura de nuvens na área de estudo.

- 2) As imagens foram tratadas separadamente utilizando o "Multi spectral Image Analyzer System" (IMAGE-100). As imagens foram ampliadas sem haver repetição de "pixels".
- 3) Os três intervalos de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) foram calculados com dados de cruzeiros oceanográficos e, em seguida, correlacionados a intervalos de temperatura registrados pelo satélite (TSMS). Esta correlação foi feita utilizando temperaturas coletadas em estações fixas costeiras brasileiras e temperaturas da superfície do mar obtidas em posições correspondentes a pontos nas imagens do SMS-2.
- 4) A resolução máxima de temperatura na banda do infravermelho termal do sensor VISSR é $0,5^{\circ}\text{C}$. Devido à precisão deste sensor, as temperaturas associadas aos intervalos de TSMS foram arredondadas para $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$.
- 5) Os intervalos de TSMS foram associados aos níveis de cinza (Corbell et alii, s.d.) registrados nas imagens do satélite. O intervalo de níveis de cinza é de 0-255 "counts", o que corresponde ao intervalo termal do sensor. Os valores radiométricos de temperatura da superfície do mar, obtidos dos satélites da série GOES, foram utilizados sem correção para a influência de vapor d'água. Maul (1981) descreveu os tipos de erros que podem ocorrer com medidas de temperatura obtidas através de sensores termais na faixa de $10\mu\text{m}$ a $13\mu\text{m}$, e citou que, em relação à umidade atmosférica, nas temperaturas radiométricas podem ser encontrados erros que variam de 2°C a 10°C , mais frio que os valores da TSM atuais.
- 6) As áreas favoráveis à pesca foram delimitadas nas imagens através dos intervalos de nível de cinza usando os programas de computador "cluster synthesis" e "slicer" (Ribeiro et alii, 1982).
- 7) Foi usado o programa "PNT OUT" (Ribeiro et alii, 1982) para associar um símbolo alfanumérico a cada intervalo de nível de cinza e produzir os mapas alfanuméricos pela impressora do computador.

- 8) Finalmente, os dados de CPUE dos anos de 1980, 1981 e 1982 foram calculados para o período de fevereiro a julho.

2.2 - PRIMEIRO TESTE DO MODELO DE CARTAS DE PESCA

Nesta etapa do projeto deu-se início aos testes práticos do modelo de cartas de pesca para atuns com base na metodologia descrita anteriormente. Estes testes consistiam em distribuir os mapas de áreas favoráveis à pesca das três espécies de atum para pescadores com barcos sediados em Santos, durante o período de um ano. O contato com os pescadores foi mantido através do Dr. Luis Alberto Zavala-Camin, do Instituto de Pesca, o qual distribuía entre os interessados os mapas semanais elaborados no INPE. Esta operação teve de ser interrompida devido ao não-funcionamento do aparelho, em Cachoeira Paulista, que gravava e processava as imagens do satélite GOES.

2.3 - VERIFICAÇÃO DA VARIAÇÃO DOS INTERVALOS DE TEMPERATURA PROPÍCIOS À PESCA DE ATUM DURANTE O ANO

A análise da variação dos intervalos de temperatura da superfície do mar propícios à pesca de albacora-branca e albacora-bandolim foi feita utilizando dados de 1978 e 1979. Os dados de CPUE foram obtidos de barcos de pesca japoneses, os quais coletaram em tempo real informações sobre a temperatura da superfície do mar. A área utilizada para este estudo foi delimitada pelas latitudes de 33°00'S e 35°00'S e as longitudes de 50°00'W e 52°00'W, e possuía 213 observações (Abdon, 1984c).

Os métodos usados no tratamento e análise dos dados foram:

- 1) Os valores representativos de CPUE de albacora-branca e albacora-bandolim foram calculados para cada mês do período de abril de 1978 a setembro de 1979.
- 2) As médias mensais de temperatura da superfície do mar (TSM) relacionadas a valores de CPUE foram calculadas.

- 3) As séries de tempo de TSM versus MÊS e CPUE versus MÊS foram preparadas para as duas espécies de atum, e os valores médios foram calculados para os meses, de abril de 1978 a setembro de 1979, que não possuíam informações.
- 4) Os coeficientes de correlação foram calculados com os dados de TSM relacionados à CPUE de albacora-branca e albacora-bandolim utilizando a rotina BASIS (Burroughs Advanced Statistical Inquiry System), implantada no computador B/6800 do INPE.
- 5) Vinte por cento dos maiores valores de CPUE foram selecionados para cada mês e cada espécie. Cada grupo de dados de CPUE definiu um intervalo de TSM.

2.4 - ELABORAÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PESCA DE ATUM NO SISTEMA PDP/VIZIR

Nesta fase foi desenvolvida uma metodologia para elaboração de mapas de áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandolim, em tempo quase real ao recebimento da imagem do satélite e à transmissão imediata do mapa pelo usuário.

Fez-se um estudo para a elaboração de mapas de pesca no sistema PDP/VIZIR (gravação/tratamento de imagens de satélite) através do uso de curvas de realce. Os níveis de cinza de uma imagem de infravermelho termal, do satélite GOES, distribuem-se numa curva onde os "counts" variam de 0 a 255, correspondendo a uma faixa de 56,8°C a -110,2°C. Para obter uma imagem realçada, utiliza-se uma curva modificada, considerando apenas a faixa de "counts" de interesse, chamada curva de realce. Neste trabalho, as faixas de "counts" representam intervalos de TSM propícios à pesca de atum. As curvas de realce, ao serem utilizadas no sistema PDP/VIZIR, produzem cópias fotográficas onde as diferentes áreas de interesse no oceano aparecem em contraste com o restante da imagem (Abdon, 1984d).

Foram utilizadas duas imagens do dia 04 de maio de 1984 (correspondentes às 12:00h e 15:00h local), obtidas na faixa do infravermelho termal (10,5 μ m a 12,5 μ m) do sensor VISSR ("Visible and Infrared Spin Scan Radiometer") do satélite GOES-E.

Para a faixa do espectro em que foi obtida a imagem, este satélite fornece um elemento de resolução ao nível de superfície de 8km e diferencia temperaturas da ordem de 0,5^oC. A imagem foi gravada em fita magnética no computador PDP-11/DIGITAL, ao qual está acoplado um imageador a laser ("VIZIR"/SEP). Através do uso de curvas de realce, o VIZIR produz uma foto realçada da imagem em papel fotográfico em função das características da curva. A Figura 1 representa o diagrama para a obtenção de mapas de áreas favoráveis à pesca de atuns.



Fig. 1 - Diagrama para obtenção de mapas de áreas de pesca de atuns.

FONTE: Almeida et alii (1982).

A fotografia realçada da região de interesse destaca as áreas propícias à pesca das três espécies de atum. Estas fotografias podem ser transmitidas ao usuário via telefone utilizando o aparelho NEFAX (fac-símile produzido pela NEC do Brasil Eletrônica e Telecomunicações Ltda).

2.5 - SEGUNDO TESTE DO MODELO DE MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PESCA DE ATUM

O teste do modelo desenvolvido para localização de áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-ban-dolim seria realizado da seguinte maneira, baseado na metodologia descrita na Seção 2.4.

- 1) De 15 em 15 dias seria gravada, no PDP-11 em Cachoeira Paulista, uma imagem do satélite GOES.
- 2) Os valores de temperatura obtidos através da imagem seriam corrigidos com dados reais, enviados via Telex pela DHN do Rio de Janeiro.
- 3) Seria feita a modificação dos valores que definem a curva de realce, para obtenção do mapa de pesca, em função da correção anterior dos dados.
- 4) Em seguida, seria obtida no PDP/VIZIR uma cópia fotográfica que representasse o mapa de pesca com as áreas propícias realçadas.
- 5) Seria obtida uma cópia NEFAX do produto fotográfico.
- 6) As cartas seriam enviadas para Santos e distribuídas entre os pescadores.
- 7) Nos barcos de pesca seriam feitas medidas de temperatura da superfície do mar e marcados no mapa os valores medidos com referência à latitude, longitude e quantidade de atum capturado.
- 8) Os mapas seriam então devolvidos ao INPE para uma posterior avaliação dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PESCA DE ALBACORA-DE-LAJE, ALBACORA-BRANCA E ALBACORA-BANDOLIM

As áreas favoráveis à pesca de atum foram localizadas nas imagens através dos intervalos de níveis de cinza correspondentes aos intervalos de TSM propícios à pesca das espécies em estudo (Tabela 2).

TABELA 2

CORRESPONDÊNCIA ENTRE TSMS E NÍVEL DE CINZA

| ESPÉCIES DE ATUM | INTERVALO DE TEMPERATURA (°C) | INTERVALO DE NÍVEL DE CINZA |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Albacora-de-laje | 18,3 - 21,8 | 77 - 70 |
| Albacora-branca | 15,3 - 18,3 | 83 - 77 |
| Albacora-bandolim | 11,3 - 18,3 | 91 - 77 |

FONTE: Abdon (1983b).

As áreas favoráveis à pesca, baseadas nos mapas alfanuméricos, foram delimitadas e aparecem como áreas sombreadas nos exemplos das Figuras 2, 3 e 4 com os dados de CPUE para os anos de 1980 a 1982.

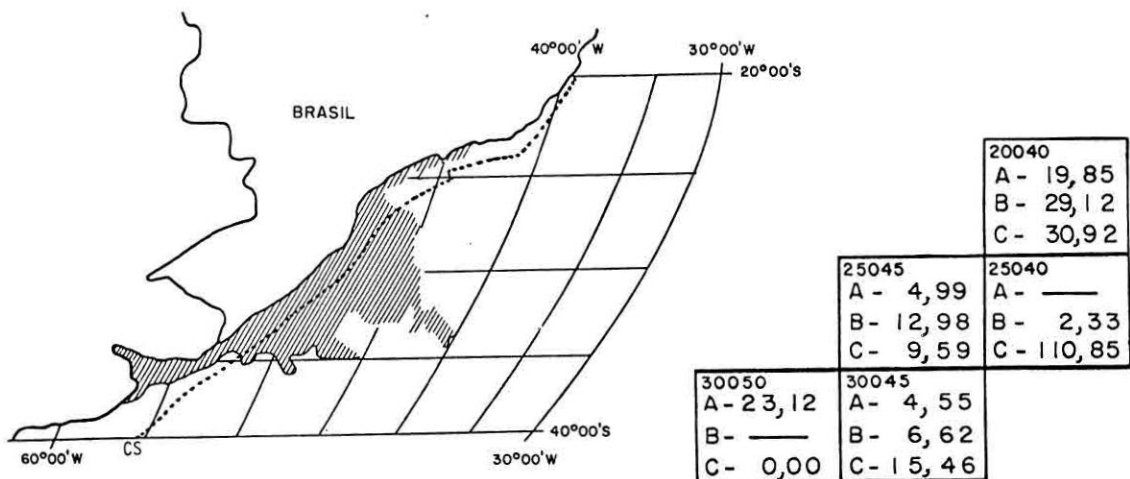


Fig. 2 - Áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje (fevereiro, 1980).

CS = Isobata de 200 metros. Dados de CPUE em kg/100 anzóis. A = CPUE de 1980, B = CPUE de 1981, C = CPUE de 1982, — = nenhum esforço de pesca.

FONTE: Abdon (1983b).

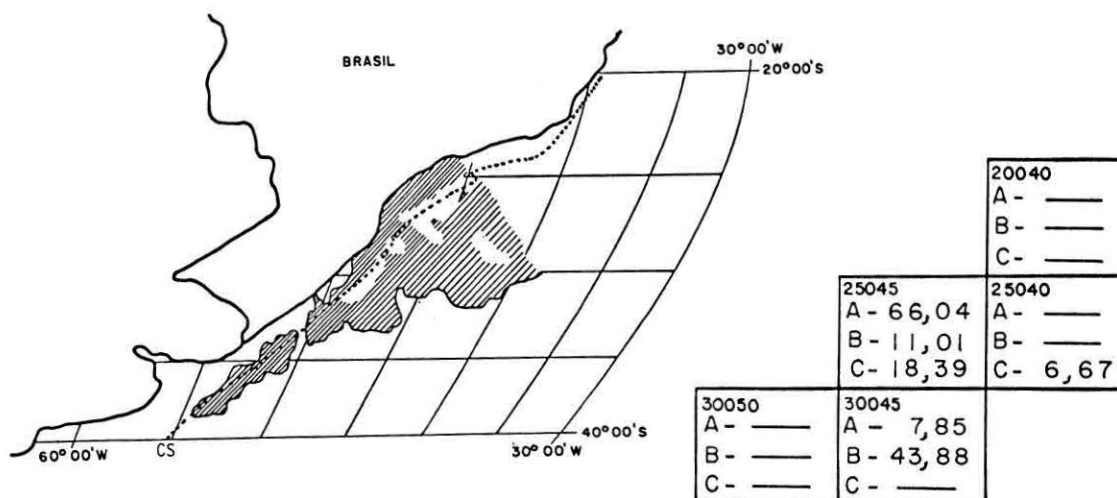


Fig. 3 - Áreas favoráveis à pesca de albacora-branca (julho, 1980).

CS = Isôbata de 200 metros. Dados de CPUE em kg/100 anzôis.
 A = CPUE de 1980, B = CPUE de 1981, C = CPUE de 1982, — = nenhum esforço de pesca.

FONTE: Abdon (1983b).

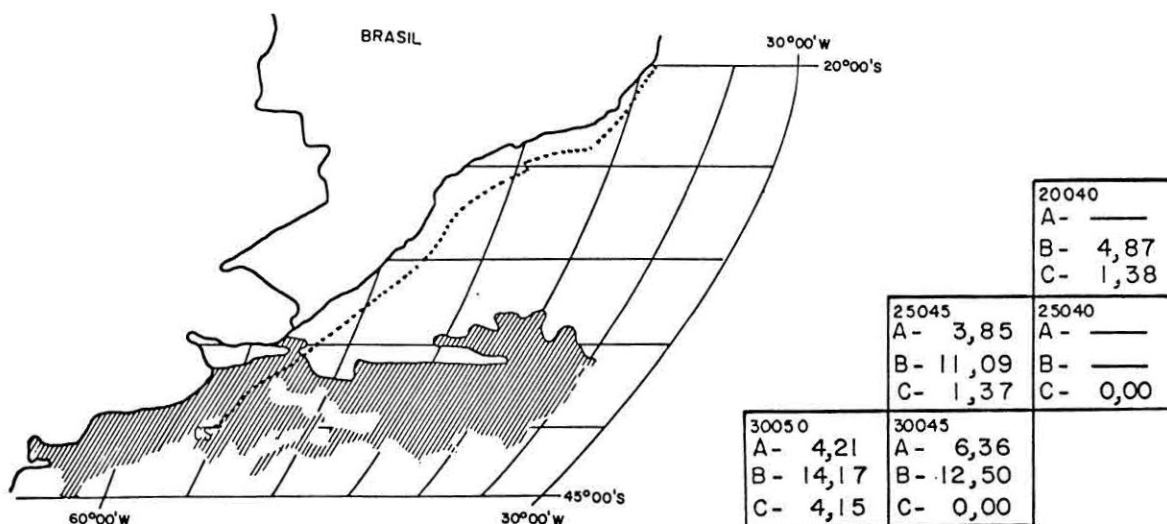


Fig. 4 - Áreas favoráveis à pesca de albacora-bandolim (março, 1980).

CS = Isôbata de 200 metros. Dados de CPUE em kg/100 anzôis.
 A = CPUE de 1980, B = CPUE de 1981, C = CPUE de 1982, — = nenhum esforço de pesca.

FONTE: Abdon (1983b).

Os números 20040, 25040, 25045, 30045 e 30050 escritos nos quadrados com dados de CPUE nas Figuras 2, 3 e 4 correspondem a blocos de 5° por 5° da área de estudo. O início de cada bloco de 5° por 5° corresponde respectivamente aos seguintes pontos: 20°00'S e 40°00'W, 25°00'S e 40°00'W, 25°00'S e 45°00'W, 30°00'S e 40°00'W, 30°00'S e 50°00'W. As linhas presentes nas bordas das áreas sombreadas representam o contato destas áreas com águas de diferentes intervalos de temperatura. Quando esta linha não é observada significa que a área de pesca foi difícil de ser delimitada devido à presença de nuvens na região. As áreas favoráveis à pesca das três espécies de atum podem ser observadas somente em lugares com baixa porcentagem de cobertura de nuvem.

A linha pontilhada "CS" nas Figuras 2, 3 e 4 é a isóbata de 200 metros e mostra o limite da plataforma continental. Esta isóbata é importante porque as águas de profundidade associadas ao método espinhel usado para pesca desses atuns são mais profundas que 200 metros. Após delinear a plataforma continental, algumas informações indesejáveis foram eliminadas do mapa como as águas costeiras e as águas do Mar del Plata. As águas costeiras apresentam-se com o mesmo intervalo de temperatura considerado favorável à pesca de atuns, mas não são ideais para eles porque possuem baixa salinidade (Godoi, 1983).

Numa primeira análise, foi observado que intervalos de temperatura delimitados para albacora-de-laje foram encontrados em toda parte na área de estudo. Para o sul, nos meses mais quentes, as áreas de pesca para albacora-de-laje estenderam-se até o limite entre a Corrente do Brasil e a Corrente das Malvinas (Godoi, 1983). As espécies que preferem águas mais frias, como a albacora-branca e a albacora-ban-dolim, têm as suas áreas de pesca localizadas mais para o sul da área de estudo: em águas da Corrente das Malvinas e, algumas vezes, em regiões onde ocorre a Convergência Subtropical (Godoi, 1983). No entanto, em meses mais frios, as áreas favoráveis à pesca dessas espécies estendem-se até acima de 20°00'S. A distribuição dessas espécies de atum, mostradas nos mapas de intervalos de temperatura, concorda com os resultados de outros autores que vêm trabalhando na mesma região (Paiva

et alii, 1975; Zavala-Camin, 1978a,b e c). Pode ser observado também que de fevereiro a julho, as áreas favoráveis à pesca de atum movimentam-se em direção ao norte, acompanhando a penetração da Corrente das Malvinas em águas brasileiras.

3.2 - PRIMEIRO TESTE DO MODELO DE MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS A PESCA DE ATUM

Foram elaborados somente cinco mapas (a Figura 5 é um exemplo), o que não possibilitou a efetivação do teste do modelo.

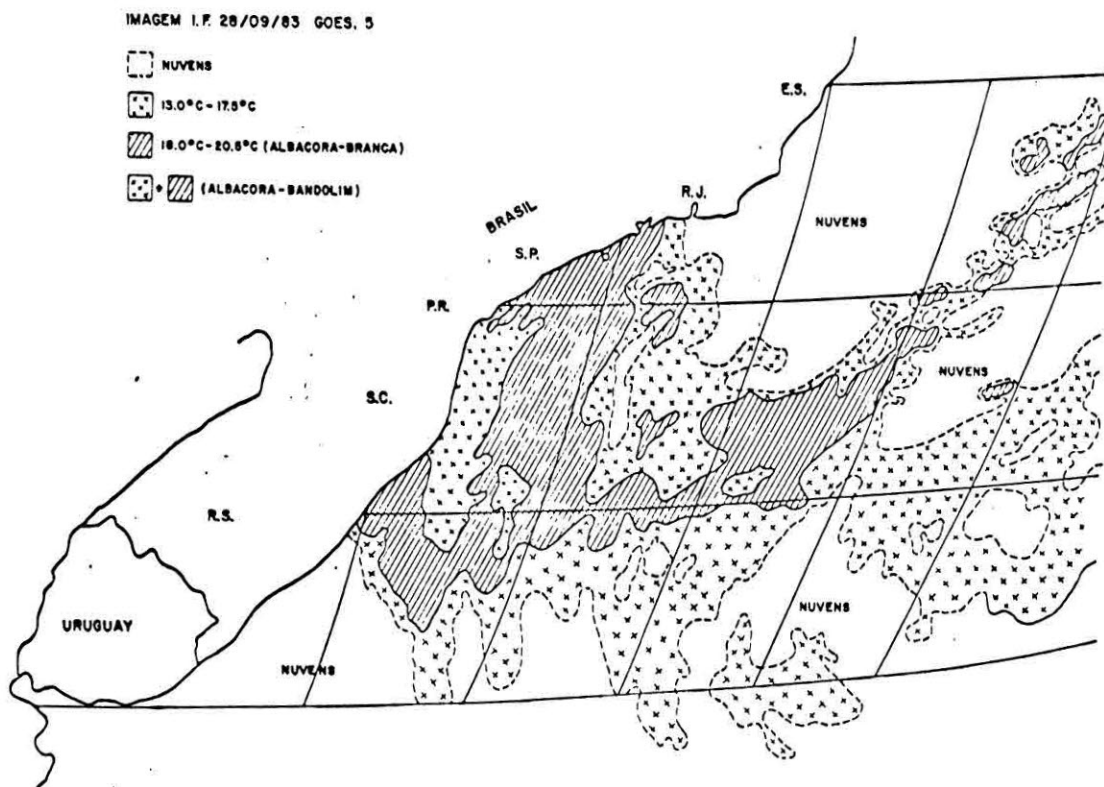


Fig. 5 - Mapa de áreas favoráveis à pesca de albacora-branca e albacora-bandolim.

Os valores de temperatura da superfície do mar que constam da legenda são valores de temperatura real.

Apesar da não-efetivação do teste do modelo, alguns aspectos de ordem prática, referentes à elaboração e distribuição dos ma

pas, mostraram a necessidade de desenvolver uma nova metodologia para que o procedimento se tornasse operacional. Estes aspectos são:

- 1) O atraso no recebimento dos mapas, em Santos, os quais eram enviados pelo correio.
- 2) A adaptação dos pescadores para trabalhar com o tipo de informação contida nos mapas.
- 3) O interesse dos pescadores em ter o gradiente de temperatura, localizado nos mapas, estendido até 28°C .
- 4) O desenvolvimento de um método para correção dos valores de temperatura da água fornecidos pelo satélite, em relação ao vapor d'água, usando as TSM obtidas pelos navios que viajam pela região.

3.3 - VARIAÇÃO DOS INTERVALOS DE TSM PROPÍCIOS À PESCA DE ATUM DURANTE O ANO

As séries de tempo de TSM versus MES e CPUE versus MES preparadas para albacora-branca e albacora-bandolim podem ser observadas nas Figuras 6 e 7.

Nas correlações feitas com dados de TSM e CPUE de albacora-branca e albacora-bandolim foram encontrados valores não-significativos de coeficientes de correlação, como mostra a Tabela 3.

Foi feita então uma seleção dos valores de CPUE dessas duas espécies, na qual, para cada mês, foram considerados apenas os 20% maiores valores de CPUE. Desta maneira, os intervalos de TSM propícios à pesca das duas espécies de atum aproximaram-se dos resultados alcançados por Abdon (1983a), acrescidos cerca de 3°C (Tabelas 4 e 5). Os resultados obtidos desta seleção podem ser observados na Tabela 6.

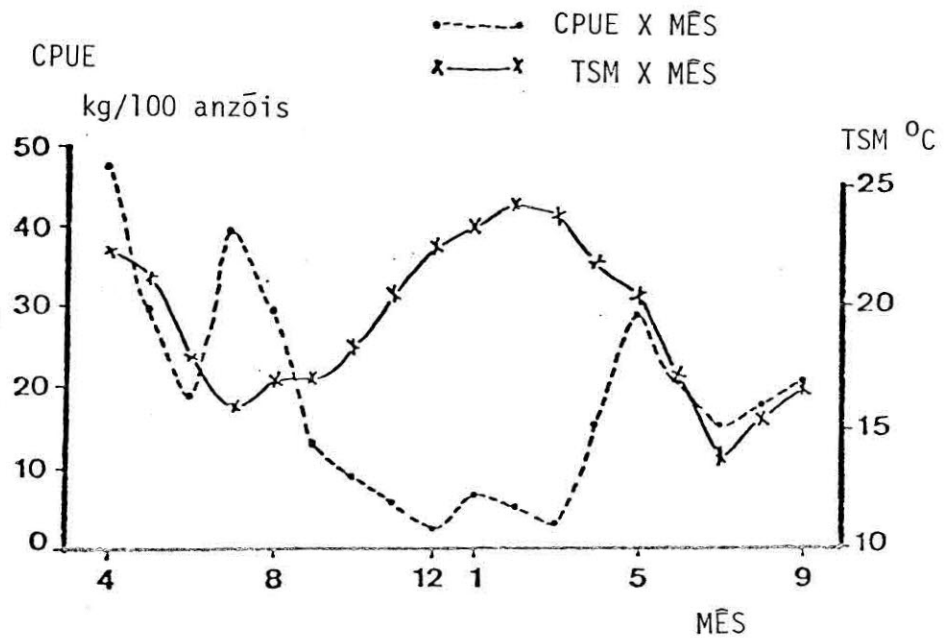


Fig. 6 - Variações mensais de CPUE de albacora-branca e TSM para abril de 1978 a setembro de 1979.

FONTE: Abdon (1984c).

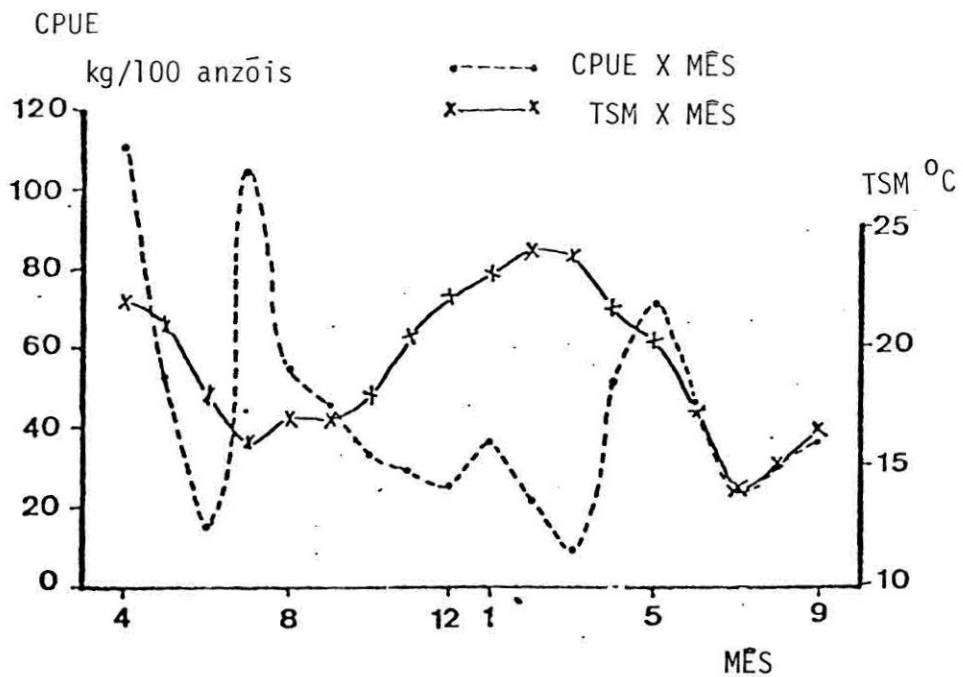


Fig. 7 - Variações mensais de CPUE de albacora-bandolim e TSM para abril de 1978 a setembro de 1979.

FONTE: Abdon (1984c).

TABELA 3

DADOS MÉDIOS MENSAIS DE TSM, CPUE DE ALBACORA-BRANCA E ALBACORA-BANDOLIM PARA OS ANOS DE 1978 E 1979, COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO PARA TSM E CPUE

| MÊS | ANO | OBS (N) | TSM (°C) | ALBACORA-BRANCA CPUE (kg/100 anzõis) | ALBACORA-BANDOLIM CPUE (kg/100 anzõis) |
|------|------|---------|----------|--------------------------------------|--|
| Abr. | 1978 | 10 | 22,1 | 47 | 111 |
| Maio | 1978 | 14 | 21,0 | 30 | 52 |
| Jun. | 1978 | 01 | 18,1 | 18 | 16 |
| Jul. | 1978 | 09 | 16,0 | 39 | 104 |
| Ago. | 1978 | 22 | 17,6 | 29 | 55 |
| Set. | 1978 | 29 | 17,6 | 13 | 46 |
| Out. | 1978 | 12 | 18,6 | 9 | 34 |
| Nov. | 1978 | 0 | 20,6 | 6 | 30 |
| Dez. | 1978 | 8 | 22,7 | 3 | 26 |
| Jan. | 1979 | 18 | 23,1 | 7 | 37 |
| Fev. | 1979 | 25 | 24,0 | 5 | 22 |
| Mar. | 1979 | 10 | 23,7 | 3 | 8 |
| Abr. | 1979 | 15 | 21,5 | 16 | 50 |
| Maio | 1979 | 21 | 20,2 | 28 | 70 |
| Jun. | 1979 | 0 | 17,1 | 22 | 46 |
| Jul. | 1979 | 4 | 13,9 | 15 | 23 |
| Ago. | 1979 | 0 | 15,2 | 18 | 30 |
| Set. | 1979 | 15 | 16,5 | 21 | 36 |

Obs.: $r=-0,12$ (TSMxCPUE/albacora-branca) 1978;
 $r=-0,09$ (TSMxCPUE/albacora-bandolim) 1978;
 $r=-0,60$ (TSMxCPUE/albacora-branca) 1979;
 $r=-0,09$ (TSMxCPUE/albacora-bandolim) 1978;
 $r=-0,30$ (TSMxCPUE/albacora-branca) 1978+1979;
 $r=-0,08$ (TSMxCPUE/albacora-bandolim) 1978+1979.

TABELA 4

INTERVALOS DE TSM DEFINIDOS COM OS 20% MAIORES VALORES DE CPUE
DE ALBACORA-BRANCA

| MÊS | CPUE (20%) kg/100 anzõis | TSM (°C) |
|------|-----------------------------|-------------|
| Abr. | 67 - 71 | 21,6 - 22,0 |
| Maio | 48 - 76 | 20,5 - 21,7 |
| Jul. | 46 - 88 | 15,8 - 16,8 |
| Ago. | 44 - 81 | 13,1 - 19,6 |
| Set. | 24 - 34 | 16,6 - 19,7 |
| Out. | 15 - 21 | 17,6 - 20,1 |
| Dez. | 02 - 13 | 21,8 - 22,6 |
| Jan. | 10 - 15 | 23,0 - 24,7 |
| Fev. | 12 - 24 | 23,8 - 25,5 |
| Mar. | 03 - 12 | 23,5 - 24,2 |
| Abr. | 23 - 26 | 19,4 - 23,2 |
| Maio | 28 - 53 | 19,6 - 20,8 |
| Jul. | 04 - 45 | 12,4 - 18,6 |
| Set. | 30 - 40 | 17,3 - 18,3 |

TABELA 5

INTERVALOS DE TSM DEFINIDOS COM OS 20% MAIORES VALORES DE CPUE
DE ALBACORA-BANDOLIM

| MÊS | CPUE (20%) kg/100 anzõis | TSM (°C) |
|------|-----------------------------|-------------|
| Abr. | 175 - 314 | 21,8 - 22,0 |
| Maio | 86 - 157 | 19,1 - 22,0 |
| Jul. | 145 - 205 | 15,9 - 18,7 |
| Ago. | 84 - 182 | 13,1 - 19,6 |
| Set. | 60 - 90 | 15,4 - 19,7 |
| Out. | 73 - 105 | 16,2 - 17,6 |
| Dez. | 27 - 75 | 21,8 - 22,5 |
| Jan. | 54 - 89 | 22,6 - 23,1 |
| Fev. | 39 - 56 | 22,7 - 24,6 |
| Mar. | 13 - 16 | 23,0 - 24,2 |
| Abr. | 93 - 108 | 22,5 - 23,2 |
| Maio | 108 - 148 | 19,6 - 20,8 |
| Jul. | 15 - 51 | 12,4 - 18,6 |
| Set. | 65 - 73 | 14,2 - 19,9 |

FONTE: Abdon (1984c).

TABELA 6

INTERVALOS DE TSM MENSIS MAIS FAVORÁVEIS À PESCA DE
ALBACORA-BRANCA E ALBACORA-BANDOLIM

| ALBACORA-BRANCA | | | ALBACORA-BANDOLIM | | |
|------------------------|-----------|------------------|-----------------------|-----------|------------------|
| CPUE | MÊS/ANO | INTERVALO DE TSM | CPUE | MÊS/ANO | INTERVALO DE TSM |
| 40-70 kg/100 anzõis | Abr. 1980 | 21,6-22,0°C | >100 kg/100 anzõis | Abr. 1978 | 21,8-22,0°C |
| | Mai 1978 | 20,5-21,7°C | | Mai 1978 | 19,1-22,0°C |
| | Jul. 1978 | 15,8-16,8°C | | Jul. 1978 | 15,9-18,7°C |
| | Ago. 1978 | 13,1-19,6°C | | Ago. 1978 | 13,1-19,6°C |
| | | | | Abr. 1979 | 22,5-23,2°C |
| | Mai 1979 | 19,6-20,6°C | | Mai 1979 | 19,6-20,8°C |

FONTE: Abdon (1984c).

Dando continuidade a esses estudos, foi feita uma seleção das informações de profundidade da termoclina, separando os dados que foram coletados na mesma região e no mesmo período de tempo (1978 e 1979). Foi feita também uma comparação mês a mês e dia a dia entre os dados de profundidade da termoclina, TSM e captura de atum para tentar coincidir o maior número de pontos possíveis dentro da área estudada. No entanto, não foi possível concluir este estudo porque só existiam informações da profundidade da termoclina no mês de maio de 1978.

3.4 - MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PESCA DE ATUM ELABORADOS NO PDP/VIZIR

Com base em informações oceanográficas do satélite GOES e informações da captura de três espécies de atum (albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandolim), foram desenvolvidos estudos para a localização de áreas mais propícias à pesca destas espécies. Os intervalos de temperatura da superfície do mar ideais para a pesca das três espécies de atum para águas do Sul e Sudeste do Brasil estão indicados na Tabela 7.

TABELA 7

INTERVALOS DE TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR PROPÍCIOS
À PESCA DE ATUNS

| ESPÉCIES DE ATUM | ALBACORA-DE-LAJE | ALBACORA-BRANCA | ALBACORA-BANDOLIM |
|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| Temperatura Real (°C) | 21,0 - 24,0 | 18,0 - 20,5 | 13,0 - 20,5 |
| Temperatura Radiométrica (°C) | 18,8 - 21,8 | 15,8 - 18,3 | 11,3 - 18,3 |
| Nível de Cinza | 76 - 70 | 82 - 77 | 91 - 77 |

FONTE: Abdon (1983a).

A diferença encontrada entre os valores de temperatura real e os de temperatura radiométrica deve-se à influência do vapor d'água presente na atmosfera (Camilli, 1981). Esta diferença de temperatura não é constante e varia de acordo com a variação da concentração de vapor d'água.

Os testes realizados para realçar as imagens demonstraram que o número de tons de cinza que se conseguiu diferenciar após a emissão da cópia NEFAX foi no máximo 6. Acima deste número poderia haver alguma dificuldade na interpretação das áreas de pesca pelo fato de ocorrer perda de informação na transmissão via NEFAX.

Foram criadas seis curvas de realce para diferenciar regiões favoráveis à pesca. Os dados referentes a duas destas curvas são descritos no texto que se segue e podem ser observados nas Tabelas 8

e 9. Após cada uma destas tabelas encontram-se as fotos realçadas obtidas com as características de cada curva correspondente (Figuras 8 e 9). Para complementar os resultados alcançados, pretende-se em trabalhos futuros anexar ao produto final, foto realçada, a impressão da escala de imagem, da legenda e da grade de localização da área de estudo.

Os valores de entrada correspondem aos intervalos de TSM que se deseja obter realçados na foto. Estes são os intervalos de tons de cinza da Tabela 9. Os valores de saída definem os tons de cinza que serão impressos nas áreas de interesse, representando os diferentes intervalos de TSM. Os valores de densidade nas fotos (ou negativos) foram escolhidos com o objetivo de facilitar a padronização do produto final, no sentido de obter sempre boas cópias NEFAX, como o exemplo da Figura 10. As áreas diferenciadas pelos tons de cinza nos valores de saída possuem as faixas de temperatura real da superfície do mar, as quais são encontradas na última coluna das Tabelas 8 e 9.

TABELA 8

DADOS DA CURVA DE REALCE NÚMERO 22

| VALORES DE ENTRADA | VALORES DE SAÍDA | DENSIDADES (foto) | DENSIDADES (negativo) | TSM (°C) |
|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
| 0 - 69 | 05 | 1,65 | 0,27 | > 24,0 |
| 70 - 73 | 75 | 1,08 | 0,62 | 22,5 - 24,0 |
| 74 - 76 | 125 | 0,68 | 0,78 | 21,0 - 22,0 |
| 77 - 82 | 170 | 0,39 | 0,94 | 18,0 - 20,5 |
| 83 - 91 | 225 | 0,18 | 1,10 | 13,0 - 17,5 |
| 92 - 255 | 255 | 0,06 | 1,48 | < 13,0 |

FONTE: Abdon (1984d).

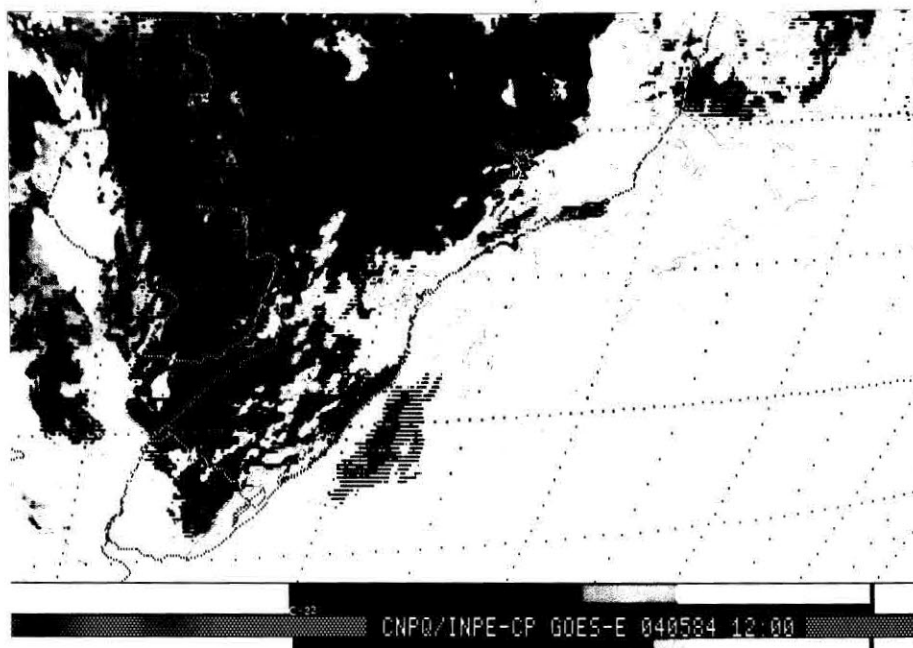


Fig. 8 - Foto realçada com a curva 22.

(1) TSM < 13,0°C, (2) e (3) área propícia à pesca de albacora-bandolim, (3) área propícia à pesca de albacora-branca, (4) e (5) área propícia à pesca de albacora-de-laje, (6) TSM > 24,0°C.

FONTE: Abdon (1984d).

TABELA 9

DADOS DA CURVA DE REALCE NÚMERO 20

| VALORES DE ENTRADA | VALORES DE SAÍDA | DENSIDADES (foto) | DENSIDADES (negativo) | TSM (°C) |
|--------------------|------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
| 0 - 69 | 225 | 0,02 | 1,48 | > 24,0 |
| 70 - 73 | 20 | 1,52 | 0,48 | 22,5 - 24,0 |
| 74 - 76 | 80 | 1,10 | 0,64 | 21,0 - 22,0 |
| 77 - 82 | 140 | 0,63 | 0,84 | 11,3 - 15,3 |
| 83 - 91 | 200 | 0,32 | 1,02 | 13,0 - 17,5 |
| 92 - 255 | 255 | 0,02 | 1,48 | < 13,0 |

FONTE: Abdon (1984d).

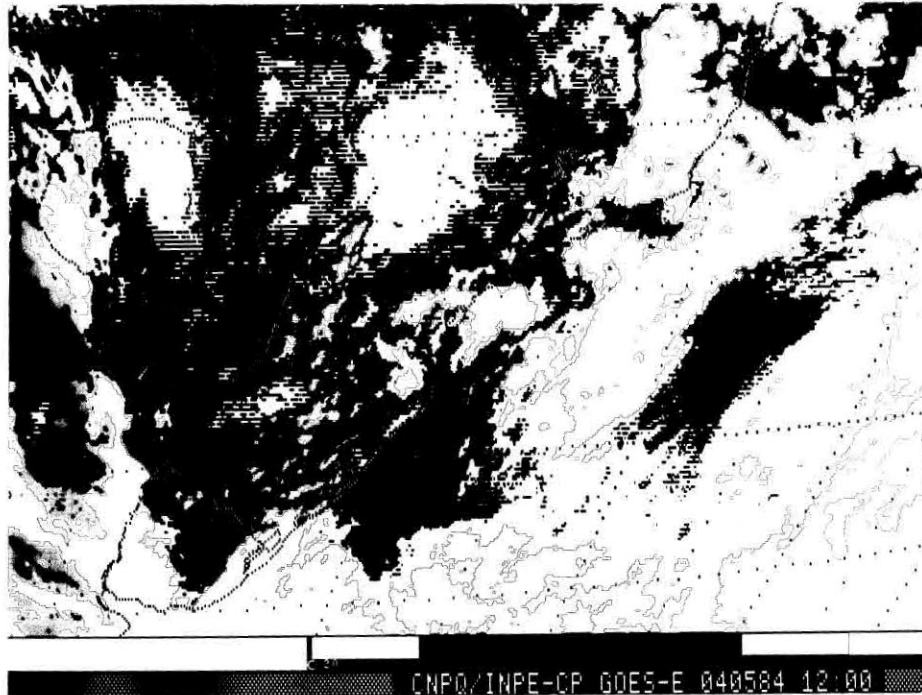


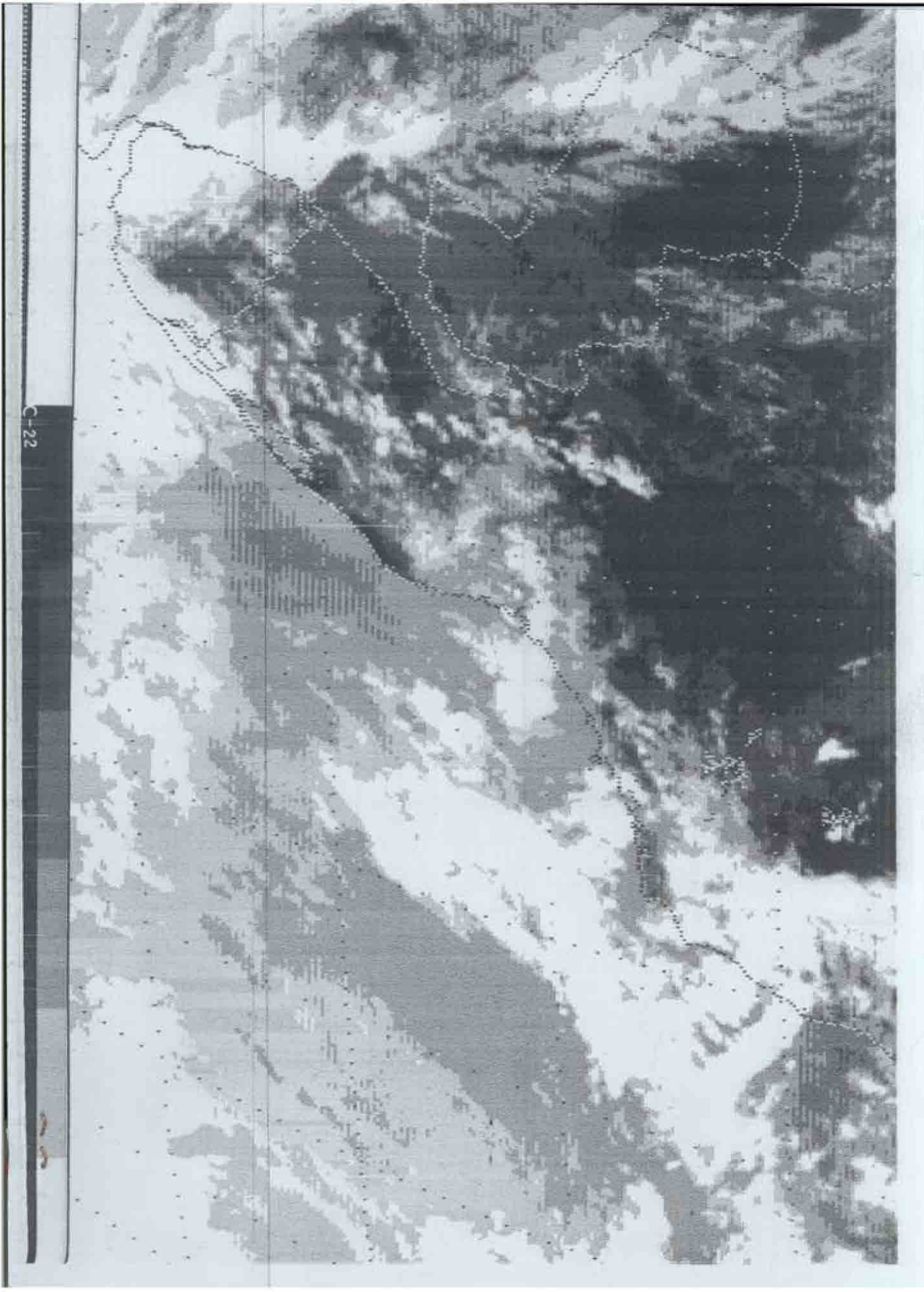
Fig. 9 - Foto realçada com a curva 20.

(1) TSM < 13,0°C, (2) e (3) área propícia à pesca de albacora-bandolim, (3) área propícia à pesca de albacora-branca, (4) e (5) área propícia à pesca de albacora-de-laje, (6) TSM > 24,0°C.

FONTE: Abdon (1984d).

3.5 - SEGUNDO TESTE DO MODELO DE MAPAS DE ÁREAS FAVORÁVEIS À PESCA DE ATUM

Devido à baixa captura de atum em águas do sul e sudeste do Brasil, durante os meses do ano de 1984, os barcos atuneiros sediados nesta região foram adaptados para outro tipo de pesca e de pescado. Atualmente não existe nenhum atuneiro sediado em Santos, onde seria realizado o teste do modelo. Todo o planejamento para o teste foi estabelecido até mesmo junto aos pescadores, os quais demonstraram bastante interesse nessas informações. Seria de extrema importância que este teste viesse a se realizar futuramente, assim o processo para obtenção de mapas de áreas favoráveis à pesca de atum poderia se tornar operacional.



C-22

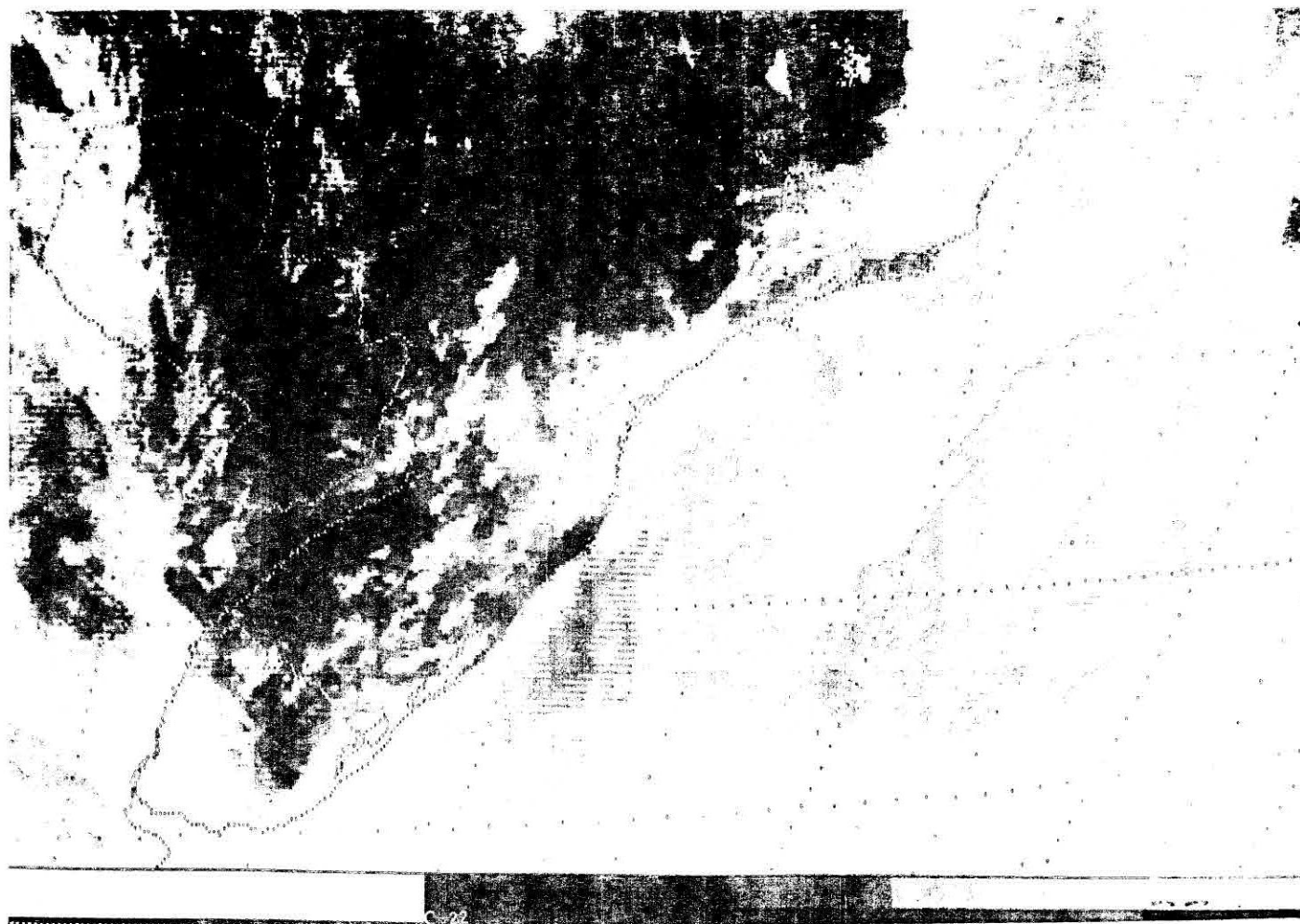


Fig. 10 - Cópia NEFAX de um mapa de pesca elaborado no sistema PDP/VIZIR.

4. CONCLUSÕES

- 1) Informações de temperatura da superfície do mar, obtidas no canal infravermelho termal do sensor VISSR dos satélites da série GOES, demonstraram que esses dados são adequados para estudos de variação de TSM aplicados à pesca de atum no Brasil.
- 2) A boa correlação entre dados de temperatura da superfície do mar, obtidos em imagens de satélite e estações costeiras, confirmam a possibilidade de substituir dados convencionais por dados de temperatura obtidos por satélite.
- 3) Ficou evidente a necessidade de trabalhar com dados do canal visível, em face às dificuldades encontradas em delimitar áreas favoráveis à pesca quando estas aparecem parcialmente cobertas por nuvens.
- 4) De muito importância seria o desenvolvimento de um método para corrigir os erros causados pelo vapor d'água na obtenção de dados por satélite, no momento em que se tornasse operacional a elaboração dos mapas de pesca. Sugere-se para correção desta diferença de temperatura a utilização de dados de TSM coletados por navios comerciais que circulam na região, no mesmo dia de gravação da imagem. Desta forma poder-se-ia conseguir uma melhor exatidão nos valores radiométricos de temperatura que definem os intervalos propícios à pesca de atum.
- 5) O estudo detalhado dos dados de TSM e CPUE das espécies de atum, coletados em tempo real, mostrou que os intervalos de TSM relacionados às maiores capturas de albacora-branca e albacora-bandalim mudam de mês para mês durante o ano.
- 6) Através da análise dos dados de TSM e CPUE coletados em tempo real, foram definidos intervalos mais precisos de TSM favoráveis à pesca de atum.

- 7) O sistema PDP/VIZIR é adequado para localização de áreas com determinados intervalos de temperatura, podendo-se diferenciar até seis níveis de cinza nos produtos fotográficos para que se obtenha uma boa cópia NEFAX.
- 8) A obtenção de uma foto realçada no VIZIR pode ser conseguida mediante o uso de uma curva de realce meia hora após o recebimento e a gravação da imagem do satélite GOES.
- 9) Com a mesma imagem gravada podem ser obtidas várias fotos realçadas, uma de cada vez, através de quantas curvas de realce se fizerem necessárias e na escala que melhor se adequar ao trabalho.
- 10) A utilização do aparelho NEFAX de transmissão permite que o usuário tenha em seu poder uma cópia do produto final (foto realçada), via telefone, dois minutos após o término de sua elaboração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDON, M.M. *Um modelo de carta de pesca para tunídeos do sudeste e sul do Brasil utilizando dados oceanográficos e de sensoriamento remoto.* Dissertação de mestrado em sensoriamento remoto. São José dos Campos, INPE, jan. 1983a. (INPE-2626-TDL/110).
- ABDON, M.M. *Maps of favorable areas for tuna fishing in the southeastern Atlantic prepared from satellite data.* São José dos Campos, INPE, set. 1983b. (INPE-2891-PRE/410).
- ABDON, M.M. *Maps of favorable areas for tuna fishing to the south and southeast of Brazil prepared from SMS-2 satellite data.* São José dos Campos, INPE, maio 1984c. (INPE-3102-PRE/501).
- ABDON, M.M. *Curvas de realce utilizadas para a elaboração de mapas de áreas favoráveis à pesca de albacora-de-laje, albacora-branca e albacora-bandolim no Brasil.* São José dos Campos, INPE, dez. 1984d. (INPE-3370-PRE/645).

- ALMEIDA, F.C.; FORTUNE, M.A.; CAVALCANTI, I.F.A. *Operação inverno - O uso de satélites na detecção e acompanhamento de geadas*. São José dos Campos, INPE, 1982. (INPE-2570-PRE/218).
- CAMILLI, P.P.G. *Relatório para divulgação - Sistema UAI-I*. São José dos Campos, INPE, 1981. (INPE-2022-RPI/045).
- CORBELL, R.P.; CALLAHAM, C.J.; KOTSCH, W.J. The GOES/SMS user's guide. Washington, NOAA, NASA, s.d. app. 2, p. 68.
- GODOI, S.S. *Estudo das variações sazonais da frente oceânica: subtropical entre a corrente do Brasil e a corrente das Malvinas, utilizando dados oceanográficos e do satélite SMS-2*. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, INPE, jun. 1983. (INPE-2780-TDL/137).
- MAUL, G.A. Application of GOES visible-infrared data to quantifying mesoscale ocean surface temperatures. *Journal of Geophysical Research*, 86(C9):8007-8021, 1981.
- PAIVA, M.P.; Le GALL, J.Y. Catches of tunas and tuna like fishes in the long-line fishery areas off coast of Brazil. *Arquivo de Ciências do Mar*, 15(1):1-18, 1975.
- RIBEIRO, E.A.; Ii; F.A.M.; MOREIRA, J.C.; DUTRA, L.V. *Manual de usuário dos sistemas de tratamento de imagens digitais*. São José dos Campos, INPE, out. 1982.
- ZAVALA-CAMIN, L.A. Algunos aspectos sobre la estructura populacional del rabil (*Thunnus albacares*), en el sudeste y sur del Brasil (1969-1977), com presentación de la hipótesis de la migración semestral. *Boletim do Instituto de Pesca*, 5(1):1-25, 1978a.
- ZAVALA-CAMIN, L.A. Distribución del atum-blanco (*Thunnus alalunga*) en el sudeste y sur del Brasil (1969-1977). *Boletim do Instituto de Pesca*, 5(1):26-39, 1978b.
- ZAVALA-CAMIN, L.A. Distribución del patudo (*Thunnus obesus*) en el sudeste y sur del Brasil (1969-1977). *Boletim do Instituto de Pesca*, 5(1):40-50, 1978c.