

POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DO SENSOR AVHRR/NOAA NA PESCA BRASILEIRA

CARLOS LEANDRO DA SILVA JUNIOR
SYDNEA MALUF ROSA

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
DCT - Divisão de Ciências da Terra
CP 515, 12201-970, São José dos Campos, SP, Brasil
inpedct@brfapesp.bitnet

Abstract. A recent advance in remote sensing instrumentation is now available in Brazil to aid both commercial fisheries and resource management of the same fisheries. An instrument capable of furnishing such improvements is the (Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR)/NOAA. This report showed the needs of the development of a remote sensing/geographical information system (RS/GIS) to address the needs of operational fisheries oceanography community in Brazil.

1. INTRODUÇÃO.

Ao longo das últimas duas décadas, o monitoramento ambiental dos oceanos, feito a partir de dados orbitais, vem se mostrando um grande aliado da comunidade pesqueira mundial, proporcionando um aperfeiçoamento na base de dados, para um melhor gerenciamento da pesca operacional, complementando assim, informações para a utilização eficiente dos estoques de certas espécies pelágicas. Tradicionalmente, os produtos básicos obtidos através da tecnologia espacial que auxilia na pesca são: os mapas de TSM extraídos pelos sensores multi-canalais que trabalham na faixa do infravermelho do espectro eletromagnético, e a produtividade primária, inferida a partir do fitoplacton marinho (indicado pela cor da água)

determinada pelos canais visíveis dos sensores orbitais.

No Brasil, a utilização de dados de satélite aplicados à pesca teve início no final dos anos 70, quando foram utilizadas imagens do satélite NOAA-5, no auxílio da determinação de zonas propícias a pesca da sardinha, *Sardinella brasiliensis*, (Maluf, 1978). Laurs et alli. (1984), e Laurs e Fielder, (1985), detalham a aplicação do sensoriamento remoto à pesca nos E.U.A.. Yamanaka (1982), descreve a utilização das imagens de satélite na pesca Japonesa. Medidas na faixa do infravermelho feitas a partir de satélite tem sido usadas também para traçar o desenvolvimento e permanência da espécie "bluefin" (tunídeos) ao longo da costa leste americana

(Roffer et al., 1982). Em recente trabalho, Simpson (1992), faz uma descrição histórica e antecipa o uso de dados orbitais no suporte à pesca operacional nos países desenvolvidos. Johannessen et al. (1989), afirma que aproximadamente 31% da pesca mundial é realizada ao largo da costa Japonesa, resultado do encontro das águas quentes e frias oriundas respectivamente da Correntes Kuroshio e Oyashio; os autores descrevem ainda a utilização do sensoriamento remoto na pesca operacional daquele país, ressaltando a importância da coordenação geral feita pela Japan Fisheries Information Services Center (JAFIC). Stretta (1991), propõe um modelo operacional de previsão para pesca de atum no Atlântico Tropical, utilizando o sensoriamento remoto. Segundo o autor, com este modelo é possível construir uma estratégia de pesca de longo-período que suporte uma exploração racional dos estoques, ao invés de uma competição entre as frotas e as leis que relatam a exploração das Zonas Economicamente Exclusiva (ZEE).

No decorrer desse estudo, pode-se perceber que não é possível a detecção direta do peixe, somente através do uso de dados de satélite; de maneira indireta no entanto, eles podem ser utilizados na observação dos fenômenos ambientais de superfície associados com a distribuição das espécies. A água afeta o peixe através de quase todas as suas características, mas a principal delas é a temperatura. Assim, é de se esperar que a maioria dos trabalhos de sensoriamento remoto aplicados à pesca, utiliza como variável, o estudo

da Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

Historicamente, a comunidade pesqueira (e.g. pescadores, gerentes de recursos pesqueiros) tem usado produtos do sensoriamento remoto na forma direta, como é o caso do Automatic Picture Transmission (APT) com recepção direta nas embarcações de pesca ou cartas de Fax transmitidas a partir de estações baseadas na costa. Ambos os produtos, apresentam grandes limitações dentro do contexto de tempo quasi-real, tanto para suporte, quanto para condução de uma pesca operacional eficiente (Simpson, 1992). Além disso, pequeno uso da tecnologia dos Sistemas Geográficos de Informação (SIG's) tem sido feito pela indústria de pesca, administradores de recursos pesqueiros ou até mesmo pela comunidade oceanográfica. Infelizmente, toda a potencialidade do SIG voltadas para assuntos da pesca, mesmo no países mais desenvolvidos, ainda esta por ser desenvolvida, sendo seu esforço direcionado no sentido de resolver velhos problemas relacionados diretamente com a pesca por satélite como: 1) a ausência de informação devido as nuvens; 2) suporte para pesca de espécies não pelágicas.

A motivação para a realização deste trabalho foi o de despertar os profissionais da pesca, sobre a possibilidade de se criar uma cultura tecnológica baseada no sensoriamento remoto por satélite, como suporte às atividades de pesca em geral, contribuindo assim, para a melhoria da produtividade deste setor no Brasil.

2. DADOS ORBITAIS UTILIZADOS NA PESCA BRASILEIRA.

No Brasil, inúmeros trabalhos foram realizados na área de sensoriamento remoto aplicado à pesca. Basicamente todos estes estudos foram realizados no INPE e utilizaram os dados orbitais de satélites meteorológicos.

Em Maluf (1978), foi apresentada pela primeira vez, uma metodologia que combinava dados de satélite e dados oceanográficos históricos, na tentativa de se indentificar zonas propícias à pesca da sardinha na costa sudeste do Brasil. Com base nesta metodologia avaliou-se um Modelo de Carta de Pesca, para alguns dos meses do ano. Na ocasião, foi realizada uma comparação qualitativa (visual), entre a imagem Very High Resolution Radiometer (VHRR) no infravermelho termal do satélite NOAA-5, correspondendo ao dia 29 de setembro de 1977, e a carta oceanográfica de temperatura da superfície do mar, obtida com valores médios referentes ao mês de setembro. Sobre esta imagem foram definidos os contrastes termais (áreas frias e quentes) respectivamente apresentados em tons claros e escuros. A autora concluiu que as cartas de temperatura da superfície do mar, obtidas através de dados dos satélites NOAA, podem ser consideradas cartas básicas no levantamento dos recursos pesqueiros.

Maluf (1979), utilizando-se de uma metodologia que correlacionava dados de distribuição da captura de sardinha com imagem do sensor VHRR/NOAA-5 e cartas de TSM do

Programa Global Ocean SST Computation (GOSSTCOMP) obtidas pelo satélite NOAA-4, juntamente com dados oceanográficos históricos oriundos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO)/Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), demonstrou as potencialidades das imagens dos satélites meteorológicos, no auxílio da determinação das zonas propícias à pesca de sardinha. A autora concluiu, que dentre os parâmetros oceanográficos utilizados, a temperatura foi o mais importante na determinação desta zonas.

Em Abdon (1983a e 1983b), foram utilizados dados do sensor Visible and Infrared Spin Scan Radiometer (VISSR) a bordo do satélite Stationary Meteorological Satellite (SMS-2), juntamente com dados oceanográficos históricos (BNDO/DNH) para delimitação de zonas propícias à pesca de três espécies de atum: *Thunnus albacares*, *Thunnus alalunga* e *Thunnus obesus*, na costa sudeste e sul do Brasil. Foram feitas correlações entre dados históricos de temperatura superficial e os de captura por unidades de esforço (CPUE). Cabe ressaltar, que este trabalho apresentava pela primeira vez em trabalhos de sensoriamento remoto aplicado à pesca, uma metodologia para tratamento automático de imagens, utilizando o Sistema Iterativo de Tratamento de Imagens, IMAGE-100 (Abdon, 1982). Os resultados demonstraram que a metodologia utilizada é satisfatória quando a imagem não apresentava nuvens baixas ou esparsas, ou quando se tem por objetivo principal, a localização de fortes gradientes termais de superfície. A autora

também concluiu, que a temperatura não pode ser considerada, isoladamente, indicador da presença de atum em uma determinada região.

Castro (1983), tentou utilizar dados da faixa do infravermelho dos satélites SMS/GOES para mapear, juntamente com dados oceanográficos históricos, áreas oceânicas onde as condições ambientais fossem favoráveis à ocorrência de albacora-de-laje, *Thunnus albacares*. Por problemas de excessiva cobertura de nuvens na área de estudo (10°N a 20°S) o autor utilizou as cartas GOSSTCOMP como base para o mapeamento da TSM. A partir das correlações entre dados de captura e os dados oceanográficos foram apontados os limites extremos da espécie: 26°C de temperatura superficial mínima e 28,6°C de temperatura máxima. O autor conclui que os resultados obtidos demonstram que a geração de cartas de pesca a partir de dados de sensoriamento remoto e de dados oceanográficos históricos, embora não fossem satisfatórios, é viável.

Abdon (1983c), propõe a confecção de mapas de identificação de áreas favoráveis à pesca de tunídeos no Atlântico sudoeste, a partir de dados de satélite. Utilizando-se da metodologia discutida em Abdon (1983b), os resultados demonstraram uma boa correlação entre dados de TSM obtidos em estações costeiras e dados de TSM oriundos do satélite SMS-2, indicando a versatilidade de utilização desse dado orbital em substituição aos dados convencionais. Ressalta, no entanto, a necessidade da utilização da banda do visível

nas imagens, em face das dificuldades em delinear áreas favoráveis a pesca, quando estas estão parcialmente cobertas por nuvens. Apesar das áreas favoráveis à pesca terem sido definidas, a autora acredita que resultados melhores poderiam ser alcançados quando incluídos nesta análise, outros parâmetros oceanográficos como previsores ambientais.

Maluf et al. (1985), propõe um aperfeiçoamento dos métodos de identificação das áreas favoráveis à ocorrência do bonito-listrado, *Katsuwonus pelamis* na superfície. Desta feita, os dados de TSM foram corrigidos dos efeitos atmosféricos (método dos mínimos quadrados), utilizando dados SHIP (dados da temperatura da superfície do mar coletados por navios que operaram nas áreas de estudo). No que tange ao processamento de imagens, foi utilizada a metodologia proposta por Inostroza et al. (1984), que utiliza o canal visível para eliminar seletivamente os pixels que contém nuvens e/ou terra.

Abdon (1985), definiu uma metodologia de uso do sistema PDP/VIZIR (gravação e processamento de imagens) na localização de áreas propícias à pesca de albacora-branca e albacora-bandolim na área sudeste do Brasil, em tempo o mais real possível. A localização dessas áreas foi feita com base em intervalos de TSM definidos anteriormente em Abdon (1983a). Foram criadas curvas de realce, a partir do imageador a laser (VIZIR), gerando uma foto realçada da imagem em papel fotográfico, que pode ser transmitida via NEFAX.

Essas curvas foram criadas com o objetivo de realçar áreas com determinados intervalos de TSM, consideradas ideais para a pesca das espécies em questão. Segundo a autora, a vantagem de se utilizar este sistema, é que o usuário pode obter uma cópia do produto final (foto realçada), por via telefônica, dois minutos após o término de sua elaboração, o que seria ótimo para a pesca operacional.

Na grande maioria dos trabalhos aqui relatados, foram utilizadas imagens dos satélites geostacionários que trabalham na faixa do infravermelho termal ($10,5\mu\text{m}$ a $12, \mu\text{m}$) e com uma baixa resolução espacial, aproximadamente 8Km no ponto subsatélite. Com essa resolução à nível de superfície, fica difícil o acompanhamento de fenômenos de pequena escala, como no caso da pesca. Vários recursos de processamento de imagem foram aplicados na tentativa de melhorar o contraste termal das imagens e assim, realçar feições oceanográficas importantes na identificação de áreas propícias à pesca. Contudo, para se corrigir erros de medida de TSM decorrentes da contaminação de nuvens e do efeito da atenuação atmosférica, poucos trabalhos mostraram uma metodologia convincente para solucionar este grave problema. Uma técnica utilizada por alguns autores, foi a das correlações estatísticas entre os dados orbitais, os dados históricos das estações costeiras e dados SHIP. No entanto, na maioria dos casos, os coeficientes de correlação mostraram-se baixos e os autores geralmente atribuíam estes valores, a escalas de tempo diferentes entre os dados correlacionados. Cabe

ressaltar no entanto, o esforço empreendido pelos autores acima, no sentido de se obter dados de satélite de boa qualidade, visto que na ocasião, o processamento de imagem dos dados orbitais no INPE estava começando e a técnica multicanal para correção dos efeitos atmosféricos, ainda estava sendo desenvolvida.

3. POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DO SENSOR AVHRR/NOAA NA PESCA DO BRASIL.

3.1. O sensor AVHRR e a técnica MCSST para correção atmosférica

A precisão do campo de TSM é limitada a um certo número de fatores, tais como: o desenho e a calibração do sensor, algoritmos de correção atmosférica, procedimentos no processamento de dados, variações locais na interação ar-mar, etc. A calibração de um sensor é determinada preliminarmente através da extração precisa da radiação bruta emitida ou refletida pela superfície. Os maiores progressos nesta técnica foram o desenvolvimento do instrumento AVHRR desenhado para obter uma melhor precisão na correção atmosférica (McClain et al. 1983; Strong and McClain, 1984).

No caso específico para a determinação de TSM são utilizados os canais espectrais definidos na Tabela 1.

Os satélites da série TIROS-NOAA que carregam a bordo o AVHRR, são satélites de órbita polar com uma altura nominal variando entre 833 a

870Km com passagens pelo equador (ascendente às 13:40 e 19:30 hs para os satélites NOAA-11 e 12 respectivamente). O AVHRR para obter uma resolução espacial de 1.1Km no ponto sub-satélite (no nadir) utiliza um IFOV (Instantaneous Field of View) de aproximadamente 1.4 miliradianos. A varredura deste sensor é feita de maneira transversal e da direita para esquerda e é executado por incrementos do IFOV, a uma taxa de 360 linhas por minuto. Os dados analógicos oriundos dos diferentes detetores, distribuídos ao longo dos diversos canais, são digitalizados a bordo do satélite na taxa de 10 bits.

No Brasil em particular, as imagens AVHRR são gravadas na estação de recepção HRPT

(High Resolution Picture Transmission)/INPE, em Cachoeira Paulista (SP). Os 5 canais espectrais do sensor AVHRR são suficientes para varrer simultaneamente uma mesma cena e obter diferentes informações para finalidades distintas.

Os canais 1 e 2 do AVHRR estão posicionados na faixa do visível do espectro, e são importantes na indentificação das áreas contaminadas por nuvens e na separação exata entre terra e mar, que é extremamente útil na indentificação de uma correta linha de costa. Os últimos 3 canais, localizados na região do infra-vermelho, além de fornecerem informações sobre cobertura de nuvens durante o período noturno, são a base de toda a técnica multi-canal que extrai a TSM já corrigida da

Tabela 1 - Canais espectrais do sensor AVHRR

Canais	Faixa Espectral	Espectro	Aplicação
1	0.58-0.69 μm	VIS	Descriminação de nuvens
2	0.725-1.10 μm	IR refletido	Separação terra/água
3	3.55-3.93 μm	IR termal	Sensível à TSM
4	10.3-11.3 μm	IR termal	Sensível à TSM
5	11.5-12.5 μm	IR termal	Sensível à TSM

atenuação dos efeitos atmosféricos.

A qualidade do valor da TSM, esta sujeita a influência de vários fatores atmosféricos que degradam a exatidão do valor final. As maiores fontes de erro na determinação radiométrica da temperatura são: a reflexão especular (canal 3),

absorção pelo vapor d'água na baixa atmosfera (canais 4 e 5), e absorção por aerossóis (todos os canais).

Um significativo avanço no processamento operacional na faixa do infravermelho foi obtido a partir das observações em diferentes canais, e a utilização dos algoritmos de

correção (MCSST) Multi-Channel Sea Surface Temperature (McClain et al., 1981). Nesta técnica, faz-se uma relação linear entre a atenuação do vapor d'água na atmosfera e as temperaturas de brilho (temperatura de corpo negro), nas diferentes bandas espectrais do sensor AVHRR.

Intercomparações entre dados de TSM convencionais obtidos a partir de bóias e do bati-termógrafo descartável (XBT's), com dados TSM obtidos por satélite, realizadas por McClain (1981) e Bernstein (1982), demonstraram erros de rms em torno de 0.6°C para diferentes algoritmos do AVHRR.

É importante assinalar, que a técnica multi-canal para extração da TSM tem sido utilizada operacionalmente, numa base global, desde novembro de 1981. Embora a estrutura da técnica não tenha sido mudada ao longo destes anos, refinamentos e modificações para situações especiais (e.g. aerossóis de origem vulcânica e originados por tempestades de areia) estão sendo desenvolvidos e testados. Um exemplo da evolução deste algoritmo, é o "cross-product" (não linear) para correções atmosféricas (Walton, 1987).

Sendo assim, para as atuais necessidades nacionais, a utilização do algoritmo MCSST na extração dos campos de TSM é suficiente para suprir a carência de dados de satélite hoje existente no Brasil.

3.2- O PC-SEAPAK e o produto final

O PC-SEAPAK é um sistema interativo de análise de dados de satélite aplicado em oceanografia. Concebido para operar em microcomputadores do tipo IBM PC-AT, este sistema está organizado em vários módulos que incluem a ingestão de dados nível-1B, análises estatísticas, extração de dados oceanográficos, georeferenciamento, manipulações gráficas e utilitários em geral.

Após a gravação dos dados AVHRR, estes são transferidos para fitas CCTs, no formato 1B/NOAA, quando então, as fitas são injetadas no sistema SEAPAK para o processamento definitivo.

Após a ingestão dos dados no SEAPAK, os seguintes procedimentos são requeridos para obtenção do produto final:

- a) avaliação quanto a cobertura de nuvens;
- b) aplica-se o **contraste stretch** para um melhor realce das diferentes tonalidades de cinza da imagem, e extraí-se os valores de TSM já corrigidos dos efeitos atmosféricos;
- c) a imagem é registrada e colocada numa projeção cartográfica adequada (e.g. Mercator);
- d) separa-se a parte terra/mar e coloca-se uma máscara sobre a área continental da imagem;
- e) uma tabela de pseudo-cores referentes aos valores de nível de cinza é representada por um código de barras com seus respectivos valores de TSM;

f) um gerador de caracter complementa com informações de interesse do usuário;

g) cria-se uma grade com o espaçamento em graus de latitude e longitude, com diferentes intervalos.

O produto a ser oferecido ao profissional da pesca, serão as cartas de TSM corrigidas das atenuações atmosféricas, e remapeadas em intervalos de grade, na projeção cartográfica escolhida pelo usuário e com seus respectivos intervalos de temperatura, cujos valores serão apresentados na forma de tabela de cores, de fácil visualização, em um monitor colorido ou mesmo, apresentados na forma de cópia colorida "hard copy" melhorando assim, o manuseio do produto pelo usuário final.

Um ponto importante a ser esclarecido, refere-se à limitação inerente dos dados AVHRR a serem usados na geração da TSM. Como os dados necessários à geração dessas cartas estão na faixa espectral do infravermelho termal, região de forte atenuação atmosférica, não é possível o fornecimento da TSM para imagens cobertas totalmente por nuvens. Assim, embora o interesse direto dos profissionais de pesca sejam os mapas semanais de TSM, na prática, dada esta limitação, deve-se fazer um acompanhamento diário das imagens, pois somente desta forma, pode-se aumentar significativamente o percentual de imagens sem cobertura de nuvens das regiões de interesse.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

No futuro, está sendo aguardado o lançamento de um novo satélite de sensoriamento remoto, o SEASTAR, previsto para agosto de 1993, que levará a bordo o **sea-viewing wide-field-of-view** (SeaWIFS) com a finalidade de fazer medidas multi-espectrais de cor do oceano. Este sensor vai substituir o Coastal Zone Color Scanner (CZCS), lançado no passado para estudos da produtividade primária dos oceanos. Este sensor terá 6 canais espectrais trabalhando na faixa do visível, e 2 na faixa do infravermelho próximo fornecendo assim, uma boa resolução espectral. No entanto, o SeaWIFS terá uma baixa resolução temporal: apenas de 16 dias (SeaWIFS, 1991). Existe a necessidade de se investir esforços no sentido de processar também estes dados, pois a combinação dos dados de TSM com os dados de produtividade primária oriundos deste sensor, permitirá ao profissional de pesca uma melhor desempenho de suas atividades.

Um outro ponto importante a ser abordado neste trabalho, diz respeito a necessidade de se criar um SIG para suportar as tarefas relacionadas à pesca no Brasil. Pois, como é do conhecimento da comunidade que trabalha com sensoriamento remoto aplicado à pesca, a utilização ótima e o gerenciamento dos recursos pesqueiros dentro de uma dada região não pode ser feito somente com o uso do sensoriamento remoto. Isto pode ser mostrado, quando se tenta, por exemplo, estudar peixes não pelágicos via orbital. Neste contexto, os SGI's vem se constituindo, principalmente a partir dos anos 80, como uma grande ferramenta de mani-

pulação de dados georeferenciados e levantamentos temáticos. A utilização de um SIG permite a recuperação de informações existentes, a integração de dados oriundos de diferentes fontes (e.g. dados oceanográficos históricos, dados de CPUE, dados de temperatura obtidos por barcos de pesca, etc.) a manipulação destes dados em diferentes bases cartográficas

5. CONCLUSÃO E SUGESTÕES.

Convém lembrar, que nos últimos 20 anos, somente o INPE vem desenvolvendo algum trabalho para obtenção da TSM via satélite no Brasil. Grande parte desses trabalhos apresentaram resultados apenas qualitativos, contribuindo assim, de maneira modesta para o desenvolvimento da ciência oceanográfica nacional. As poucas condições de "hardware" e de pessoal, sem dúvida, propiciaram a criação deste abismo para o seguimento científico brasileiro interessados na TSM por satélite, deixando assim, de subsidiar os grupos tanto de pesquisa, quanto operacionais no país, interessados no entendimento das condições oceanográficas com assinatura no campo termal.

Com certeza, a principal limitação à utilização da TSM via AVHRR é a falta de recuperação em áreas com cobertura de nuvens persistente. Entretanto, as resoluções (temporal e espacial) relativamente altas do AVHRR, permitem um número maior de recuperações, em relação a outros sensores orbitais, mesmo em condições de céu parcialmente nublado.

É claro que o sensoriamento remoto por satélite, tão somente, não pode suprir com informação, todas as necessidades do profissional da pesca, principalmente quando estas informações estão contidas abaixo da superfície do oceano. A título de exemplo, podemos citar o comportamento das espécies não pelágicas, cujos fatores ambientais que definem o seu habitat e o seu padrão de comportamento, não podem ser definidos apenas com os dados de superfície. Assim, somente interrelacionando o sensoriamento remoto com os SIG's, seria possível complementar as informações necessárias ao monitoramento destas condições ambientais, ajudando de forma significativa toda a comunidade pesqueira brasileira.

A criação de centros operacionais em escala regional seria um grande avanço na pesca brasileira, principalmente se a oceanografia pesqueira fizesse uso das potencialidades dos produtos de sensoriamento remoto, simultaneamente com dados históricos hidrográficos e dados coletados diariamente pelas embarcações de pesca. No caso específico da pesca operacional, os dados de satélites usados em suas análises, necessitam ser do tipo Local Area Coverage (LAC) ou seja, dados com alta resolução espacial e a área de cobertura de um dado centro, limitada. Arquivamento, capacidade de armazenamento, administração da base de dados e distribuição hábil dos dados, são outras importantes atribuições de um centro operacional regional. Seria desejável, que este centro pudesse contar com a orientação de profissionais que

trabalham na pesca regional, principalmente aqueles que tem um bom conhecimento sobre os estoques pesqueiros da região. Por fim, o desenvolvimento de um sistema computacional assistido, que pudesse ajudar na decisão dos mestres dos barcos pesqueiros a determinar a melhor estratégia para maximizar suas capturas por unidade de esforço, é mais um exemplo da pesquisa operacional que pode ser conduzido por tais centros.

Acreditamos ser este o momento exato para a retomada da utilização dessa importante ferramenta tecnológica, que é o dado de TSM orbital, em conjunto com outros parâmetros oceanográficos e simultaneamente, desenvolver um SIG dedicado à pesca, na tentativa de melhorar a pesquisa pesqueira e a pesca industrial.

REFERÊNCIAS

M. M. Abdon, Uma metodologia de tratamento automático de imagens SMS-2 para diferenciar temperaturas superficiais na costa sudeste e sul do Brasil. *Simpósio de Sensoriamento Remoto*, 2., Brasília, 1982.

M.M. Abdon, 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, (1983a) (INPE-2627-TDL/110).

M.M. Abdon, A study of relationship between surface temperature and tuna fish catch data in south and southeast of Brazil using oceanographic and

satellite data. *International Symposium on Utilization of Coastal Ecosystems: Planning, Pollution and Productivity*, Rio Grande, Nov. 22-27, (1983b). (INPE-2599-PRE/245).

M.M. Abdon, Maps of favorable areas for tuna fishing in the southwestern Atlantic prepared from satellite data. São José dos Campos, INPE, sept. (1983c). (INPE-2891-PRE/410).

M.M. Abdon, Utilização do sistema PDP/VIZIR (Gravação/tratamento de imagens de stélite) para localização de regiões propícia à pesca de atum no Brasil. *4ª Reunião da SELPER - Santiago, Chile* 12 a 16 de nov. (1984). (INPE-3414-PRE/680).

R.L. Bernstein, Sea surface temperature estimation using the NOAA-6 satellite Advanced Very High Resolution Radiometer. *Journal of Geophysical Research*, 87 (C7) 9455-9465, 1982.

L.A.B. Castro, Mapeamento de áreas favoráveis à ocorrência de albacora-de-laje no norte e nordeste do Brasil, com a utilização de sensoriamento remoto e dados oceanográficos. **Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos, INPE, (1983). (INPE-2632-TDL/112)

V.H.M. Inostroza, M.R. Stevenson, J. C. Moreira, Estudio de un vórtice dela corriente del brasil observado el 30 del Septiembre de 1983, con el sensor VISSR del satellite GOES-5. *IV reunion Plenaria de la SELPER, Santiago, Chile*, 12-16 noviembre de 1984.

O.M. Johannessen, K. Kloster, T.I. Olaussen, P. Samuel, Application of Remote Sensing to Fisheries. *Final Project Report to the CEC's Joint Research Centre, Norway*, pp. 111. 1989.

R.M. Laurs, P.C. Fielder, D.R. Montgomery, Albacore tuna catch distributions relative to environmental features observed from satellites. *Deep Sea Research* (31) 1085-1099. 1984.

R.M. Laurs; P.C. Fielder, Application of satellite remote sensing to U.S. Fisheries. *OCEANS'85 Conference Record*-Nov. 12-14-1985. San Diego - CA. (1) 320-323.

S. Maluf, *O sensoriamento remoto aplicado a um modelo de de carta de pesca*. São José dos Campos, out. 1978 (INPE-1379-PRE/176).

S. Maluf, *Cartas de Pesca: um modelo de cartas de pesca utilizando dados oceanográficos e de sensoriamento remoto, aplicado à sardinha (Sardinella brasiliensis)*. *Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto*. São José do Campos. INPE, 1979. (INPE-1423-TDL/03).

S. Maluf, M.R. Stevenson, H.M.V. Inostroza, *Comparação de dados sazonais de pesca e temperatura de superfície do mar obtidas por satélite*. São José dos Campos, INPE, março 1985 (INPE-3471-PRE/714).

E.P. McClain, Multiple atmospheric-window techniques for satellite derived sea surface temperatures, in *Oceanography From Space*, edited

by J.F.R. Gower, 13, 73-85, Plenum, New York, 1981.

E.P. McClain, G. Pichel, C.C. Walton, Z. Ahmed, J. Sutton, Multi-channel improvements to satellite derived global sea surface temperatures. *Adv. Space Res.*, 2 (6), 43-47, 1983.

M. Roeffer, M. Carl, F. Willians, Atlantic bluefin tuna-oceanography remote-sensing. La Jolla, CA (1982) (Proceedings. 32nd Annual Tuna Conf. IATTC)

SEAWIFS. SeaWIFS Science data and Information System Architecture Report. Prepared for NASA/Goddard Space Flight Center, Code 936, Greenbelt, Maryland by General Sciences Corporation, 135pp. 1991.

J.J. Simpson, Remote sensing and geographical information systems: Their past, present and future use in global marine fisheries. *Fish. Oceanogr.* 1 (3) 238-280, 1992.

J.M. Stretta, Forecasting models for tuna fishery with aerospatial remote sensing. *Int. J. Remote Sensing*, 12 (4) 771-779, 1991.

A.E. Strong, E.P. McClain, E.P. Improved ocean surface temperature from space - comparison with drifting bouys. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 65 (2) 138-142, 1984.

I. Yamanaka, Application of satellite remote sensing to fishery studies in Japan. *NAFO Sci. Counc. Studies* 4, 7-19. 1982.

C.C. Walton, Non-linear multichannel algorithms for estimating sea surface temperature with AVHRR data. *Journal of Climate and Applied Climatology*, 27, 115-124. 1987.