



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Identificação de zonas de pesca potenciais do Dourado (*Coryphaena hippurus*) na costa sudeste.

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Paloma Sant'Anna Dominguez (UNISANTA, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: pah_pla@hotmail.com

Dr. Milton Kampel (INPE/OBT/DSR/, Orientador)
E-mail: milton@dsr.inpe.br

Julho 2011

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Milton Kampel, pela orientação no trabalho e pela oportunidade.

Ao Lucas Barbedo de Freitas, por ter me ajudado a concluir o trabalho.

Ao Dr. Teodoro Vaske Júnior, pela disposição em me ajudar e pelo conhecimento transmitido.

Ao Instituto de Pesca pela disponibilização dos dados de pesca utilizados nesse trabalho, em especial ao Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva e à mestranda Juliana Almeida Kolling

Agradeço também a Raquel Marcondes por toda atenção e pela força que me deu.

Sumário

Introdução.....	5
Objetivo.....	5
Objetivos Específicos.....	6
Materiais e Métodos.....	6
Resultados e Discussões.....	12
Conclusão.....	16
Referências Bibliográficas.....	16

RESUMO

O Dourado (*Coryphaena hippurus*) é uma espécie pelágica, com um corpo cônico especializado para nadar em alta velocidade. Esse peixe tem grande importância econômica na aquicultura e na pesca, pois sua carne é muito apreciada. Possui uma ampla distribuição em águas tropicais e sub-tropicais do oceano Atlântico, ocorrendo em águas quentes de no mínimo 20°C. Essa espécie tem forte relação com a superfície do oceano, propiciando a utilização do sensoriamento remoto em seu estudo. Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é relacionar variáveis oceanográficas, tais como, temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, vento em superfície e batimetria, com a captura do recurso pesqueiro Dourado e assim identificar as zonas de pesca. A área de estudo abrange a região da costa sudeste do Atlântico Sudoeste entre as latitudes 18° 30'S e longitudes 49° 32'W. Os dados de captura correspondem ao período de janeiro de 2008 a dezembro de 2009, com o relato de artefatos utilizados na pesca, dias de embarque, data do desembarque, posição das pescarias, e quantidade em massa pescada do recurso. Para análise utilizou-se a captura por unidade de esforço (CPUE) obtida pela razão entre quantidade capturada (Kg) por dia de mar e meses que foram pescados. A captura do Dourado apresentou uma sazonalidade, com valores mais elevados durante o verão e uma queda na captura nos meses mais frios, devido à necessidade da espécie em regular sua temperatura corporal com o ambiente. As variáveis oceanográficas, principalmente a temperatura na superfície do mar se mostram eficientes para serem usadas como indicadores de potencial pesqueiro do Dourado, tornando esses dados importantes para subsidiar cartas de pesca.

INTRODUÇÃO

No Brasil iniciou-se a formação das comunidades litorâneas no período do século XVIII até o início de século XX. Seus membros viviam principalmente da atividade pesqueira (SILVA, 1993). A pesca desde os tempos pré-históricos constitui a atividade dominante do homem, ocasionado pela necessidade de alimentação e economia (MALUF, S., 1978). A atividade pesqueira é importante no aspecto social, cultural e principalmente econômico. Sendo também uma característica marcante encontrada nas populações humanas litorâneas (RAMIRES, 2004). O Dourado (*Coryphaena hippurus*) é uma espécie pelágica, com um corpo cônico, com grande relação com a superfície do mar. São peixes ativos e muito rápidos, alimentam-se principalmente de peixes voadores e agulhas, além de crustáceos pelágicos ou sésseis, que vivem entre sargaços ou fixados a cordas ou pedaços de madeira (SILVA et al). Possui uma ampla distribuição e ocorre em águas quentes de no mínimo 20° C (OXENFORD, 1999). *C. hippurus* por ser uma espécie migratória, é um recurso de grande importância para as pescarias comerciais em todo o mundo, pois seus estoques são compartilhados por diversos países (KOLLING, 2008). O sensoriamento remoto se revela muito eficiente, pois fornece dados sobre variáveis oceanográficas e meteorológicas. Esses dados se revelam bastante pertinentes aos programas de monitoramento de recursos pesqueiros (GIGLIOTTI, 2009). O presente trabalho busca relacionar variáveis oceanográficas, tais como, temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, vento em superfície e batimetria, com a captura do recurso pesqueiro Dourado e assim identificar as zonas potenciais de pesca.

OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é relacionar variáveis oceanográficas, tais como, temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, vento em superfície e batimetria, com a captura do recurso pesqueiro Dourado e assim identificar as zonas de pesca na costa sudeste brasileira.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- 1-Relacionar variáveis oceanográficas, tais como, temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila, vento em superfície e batimetria, com a captura do recurso pesqueiro Dourado (*Coryphaena hippurus*);
- 2- Calcular a menor distância entre os pontos de pesca e a Corrente do Brasil

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo abrange a região da costa sudeste do Atlântico e áreas mais profundas adjacentes dentro das latitudes 18°-30° S e longitudes 49°-32° W conforme demonstrando na Figura 1.

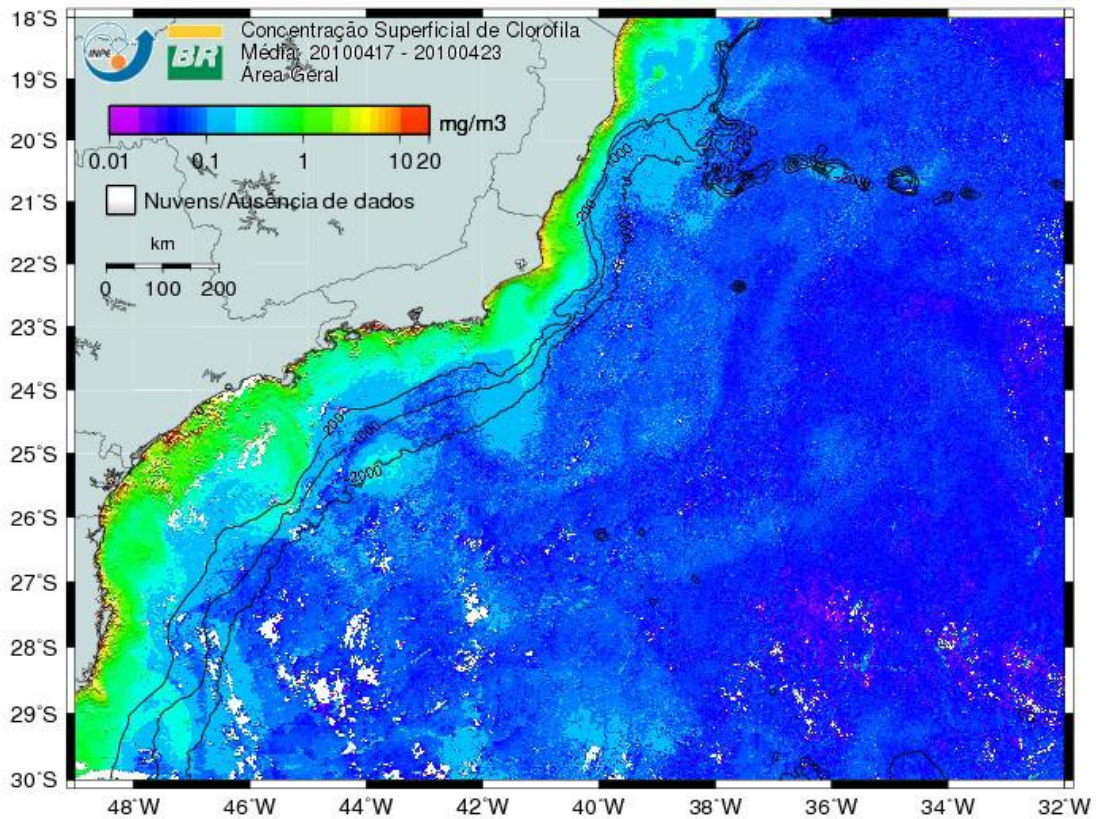


Figura 1. Imagem média semanal (17-23/04/2010) da concentração de clorofila na superfície do mar estimada pelo sensor MODIS ilustrando a costa sudeste brasileira, oceano Atlântico sudoeste.

As feições de maior importância nesse estudo são a plataforma continental e a Corrente do Brasil (CB) que é a corrente de contorno oeste que fecha o giro subtropical do Atlântico Sul, conhecida como quente e relativamente pobre em nutrientes (SILVEIRA *et al.* 1994). A CB flui para o sul bordejando o continente sul-americano, até a região da Convergência Subtropical onde se encontra com a Corrente das Malvinas e se separa da costa (Silveira *et al.*, 2000). Na região entre a cadeia de Vitória – Trindade e Cabo Frio é comum a Corrente do Brasil apresentar grandes meandros que se fecham em vórtices (FERNANDES, 2005). Na região de Cabo Frio, o processo de ressurgência tem grande importância devido ao aporte de nutrientes oriundo de águas mais frias subsuperficiais, ocorrendo um aumento de nutrientes e na concentração de clorofila na superfície do mar. Para estudar a CB é necessário utilizar ferramentas adequadas, pois ela é altamente dinâmica e sofre variações em escala temporais sazonais e interanuais. As imagens da temperatura na superfície do mar da série NOAA tem demonstrado ser uma ferramenta indicada para estudos da CB (Lorenzetti *et al.*, 2007). Os ventos geram por atrito na superfície do mar as principais correntes marinhas, os processos de

instabilidade dinâmica das correntes oceânicas, que geram meandros e vórtices, propiciando a troca de nutrientes entre diferentes tipos de águas, em diferentes regiões, possuindo uma grande influência nos processos biológicos, regulando atividades como por exemplo a pesca (Lorenzetti *et al.*, 1998). As frentes tem se caracterizado por sustentar diversas e grandes pescarias em todo mundo, pois com as condições ambientais propícias e o enriquecimento adequado de nutrientes, ocorre uma grande agregação de organismos nessa área(ANDRADE *et al*, 1993).

2. Clorofila na superfície do mar (CSM)

Segundo Oliveira (2005), o fitoplâncton é o nível mais básico de toda cadeia trófica. Por serem organismos fotossintéticos, eles encontram-se distribuídos nas regiões mais superficiais da coluna d'água. A utilização do monitoramento por satélites para acompanhar a concentração de clorofila na superfície do mar pode ser utilizada em diversas áreas como, por exemplo, na indústria pesqueira, utilizando as regiões com maior quantidade de fitoplâncton para localizar cardumes de peixes, que utilizam esses organismos microscópicos como fonte de alimento. A concentração de clorofila funciona como um estimador da biomassa fitoplanctônica e da produtividade primária dos oceanos. Os dados de CSM foram obtidos através do site oceancolor.gsfc.nasa.gov, de resolução espacial de 4 km e formato HDF, em composições médias mensais de janeiro de 2008 a dezembro de 2009. Essas informações foram obtidas pelo satélite Aqua e seu sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Esse sensor é capaz de detectar variações mínimas nos valores dos parâmetros oceanográficos.

3. Temperatura na superfície do mar (TSM)

A temperatura na superfície do mar vem se mostrando muito útil na área do sensoriamento remoto em estudos oceanográficos e pesqueiros, contribuindo nos estudos de espécies que vivem em águas próximas a superfície (OLIVEIRA, 2005). Os dados de TSM do projeto Pathfinder, que se encontram na versão 5, foram obtidos através dos sensores *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) em várias plataformas NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)(NOAA 7,9,11,14,16,17 e18). O AVHRR é um radiômetro imageador de varredura composto por 5 canais espectrais, dos quais 3 abrangem a faixa do infravermelho termal(GIGLIOTTI

2009). A TSM é calculada usando as bandas entre 10,3-11,3 μm e 11,5-12,5 μm do AVHRR associada a coeficientes obtidos empiricamente com métodos de regressão associados a temperaturas *in-situ* na superfície do mar. Essa fonte de dados já foi validada e usada largamente em estudos oceanográficos. Os dados usados podem ser baixados pelo site da PODAAC em podaac.jpl.nasa.gov.

4. Vento na superfície do mar (VSM)

O vento, contribui desde a dispersão de larvas até o transporte e concentração de nutrientes e do fitoplâncton, tendo um papel muito importante na distribuição das espécies pelágicas na camada superficial dos oceanos (OLIVEIRA, 2005). Os dados de vento na superfície do mar (VSM) usados são do satélite QuikSCAT (*Quick Scatterometer*) que era um satélite de monitoramento terrestre e fornecia informações de velocidade e direção do vento nos oceanos para a NOAA. O sensor SeaWinds a bordo do QuikSCAT era um radar de microondas que mensurava o vento próximo a superfície do mar (direção e magnitude) sob todas as condições de tempo ou de nuvens. O SeaWinds era um escaterômetro e usava uma antena giratória circular na frequência de 13,4 GHz e com uma faixa de imageamento de 1800 km cobrindo 90% da superfície da Terra em um dia. O VSM é calculado usando o princípio de retroespalhamento do sinal enviado pelo instrumento em resposta a ondas capilares na superfície do oceano as quais são função do vento. A resolução espacial dos dados é $25^\circ \times 25^\circ$, com boa precisão de velocidade do vento, entre 0-25 m/s e representava o vento a 10 metros acima da superfície marinha. Os dados são disponíveis no site da PODAAC. Embora o QuikSCAT tenha iniciado sua atividade em 1997 e parou de funcionar no final de 2009 sua cobertura espacial, temporal e precisão são melhores que outros escaterômetros como o abordo do Metop que estão em funcionamento.

5. Batimetria

A batimetria usada é o ETOPO1 da NOAA com cobertura global e resolução de 1 arco-minuto. Integra a topografia do continente e a batimetria oceânica. Todos os conjuntos de dados foram convertidos para as coordenadas WGS 84.

5. Dados históricos da captura

Os dados de captura foram disponibilizados pelo Instituto de Pesca da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, vinculada à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Esse órgão tem a responsabilidade de coletar, armazenar, processar e disponibilizar informações sobre a produção pesqueira marinha desembarcada no Estado de São Paulo.

Os dados de captura representam um registro de desembarques no estado de São Paulo do recurso *Coryphaena hippurus*, conhecido como Dourado. A série temporal dos dados de captura corresponde ao período de janeiro a dezembro de 2009, com o relato de artefatos utilizados na pesca, dias de embarque, data do desembarque, posição das pescarias e quantidade em massa pescada do recurso.

METODOLOGIA

A geração de mapas de CSM a partir dos dados gerados pelo sensor MODIS/Aqua, foi realizada com o uso do programa ENVI (*Environment for Visualizing Images*) versão 4.7. A delimitação da borda oeste da CB foi realizada visualmente, a partir de realce digital aplicado às imagens de CSM, para melhor identificar as regiões de maior concentração de clorofila na superfície do mar. De acordo com as coordenadas de latitude e longitude e através da ferramenta de medição foi marcada a menor distância em quilômetros entre o ponto de pesca e a borda oeste da Corrente do Brasil.

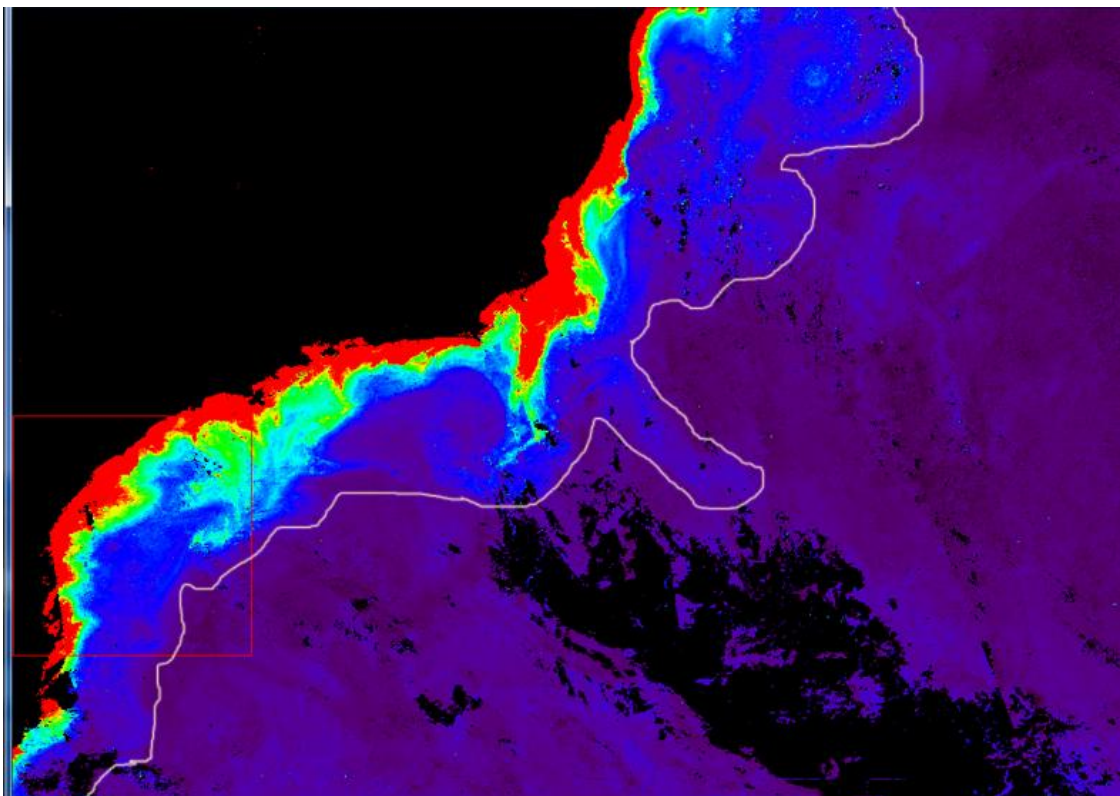


Figura 2. Imagem de clorofila na superfície do mar do dia 06 de janeiro de 2009 e a delimitação da borda oeste da Corrente do Brasil.

As imagens de TSM utilizadas para caracterizar a sazonalidade do Dourado, foram obtidas através da ferramenta online de visualização e análise de dados Giovanni (<http://reason.gsfc.nasa.gov/OPS/Giovanni/>), mantida pelo *Goddard Earth Sciences (GES) Data and Information Services Center (DISC)*, que faz parte da Divisão Sistema Terra-Sol da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Devido a grande cobertura de nuvens apresentada na região de estudo adotou-se o seguinte procedimento para a seleção das imagens utilizadas: para cada período sazonal de três meses escolheu-se a melhor imagem, segundo as estações do ano verão, meses de dezembro a fevereiro; outono, meses de março a maio; inverno, meses de junho a agosto, e finalmente primavera, meses de setembro a novembro. Para calcular a variação mensal da CPUE do Dourado utilizou-se a captura por unidade de esforço (CPUE) obtida pela razão entre quantidade capturada (Kg) por dia de mar e meses que foram pescados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o gráfico abaixo, a captura do Dourado apresentou uma sazonalidade, com valores mais elevados durante o verão e uma queda na captura nos meses mais frios, devido à necessidade da espécie em regular sua temperatura corporal com o ambiente e por ocorrer em águas quentes.

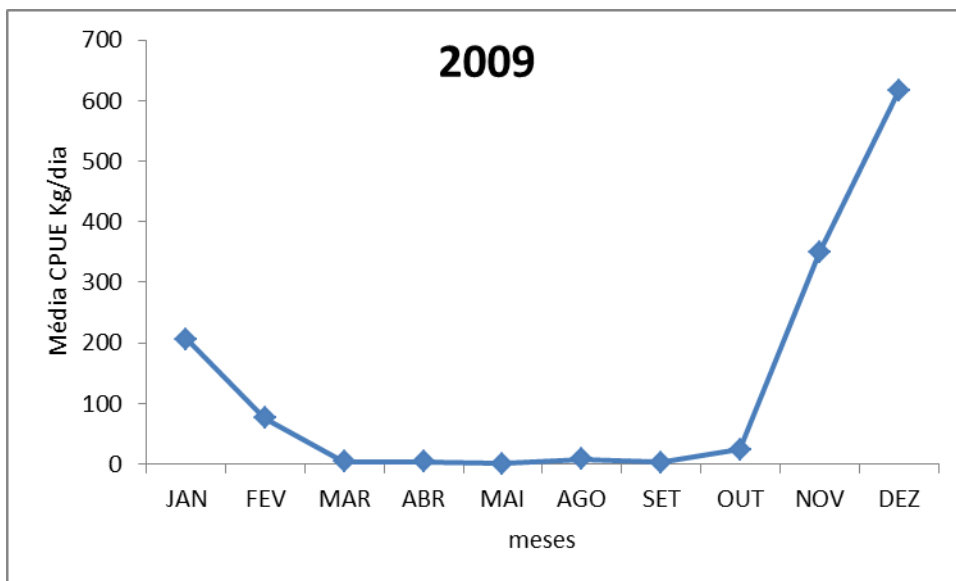


Figura 2 - Variação mensal da CPUE do Dourado (*Coryphaena hippurus*) durante o ano de 2009

Durante o ano de 2009, segundo as informações de TSM apresentadas abaixo, a temperatura da superfície do mar variou entre 15 e 30°C, com as maiores temperaturas registradas no verão, decaindo à medida que se aproximava o inverno.

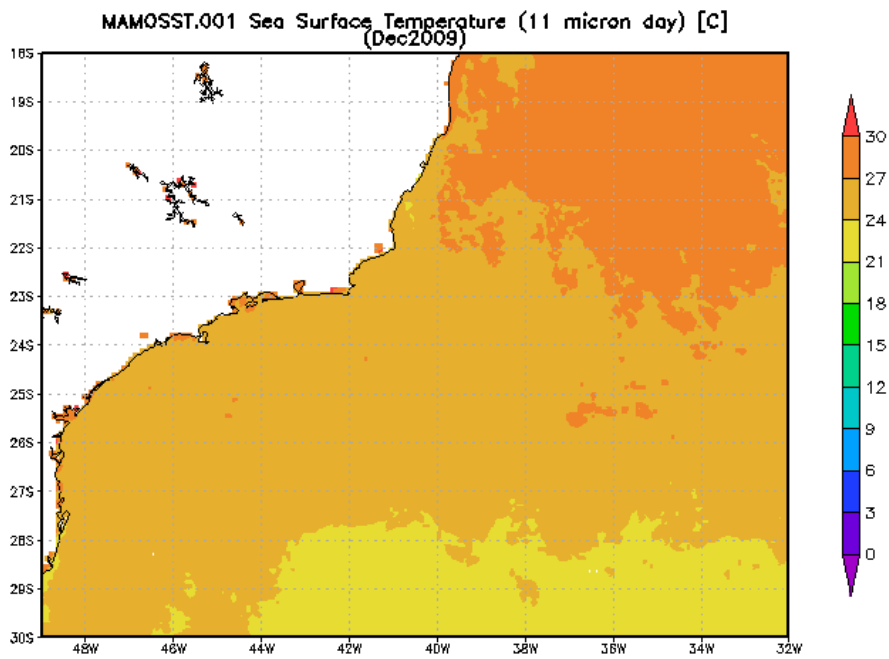


Figura 2. Temperatura na superfície do mar durante o verão de 2009

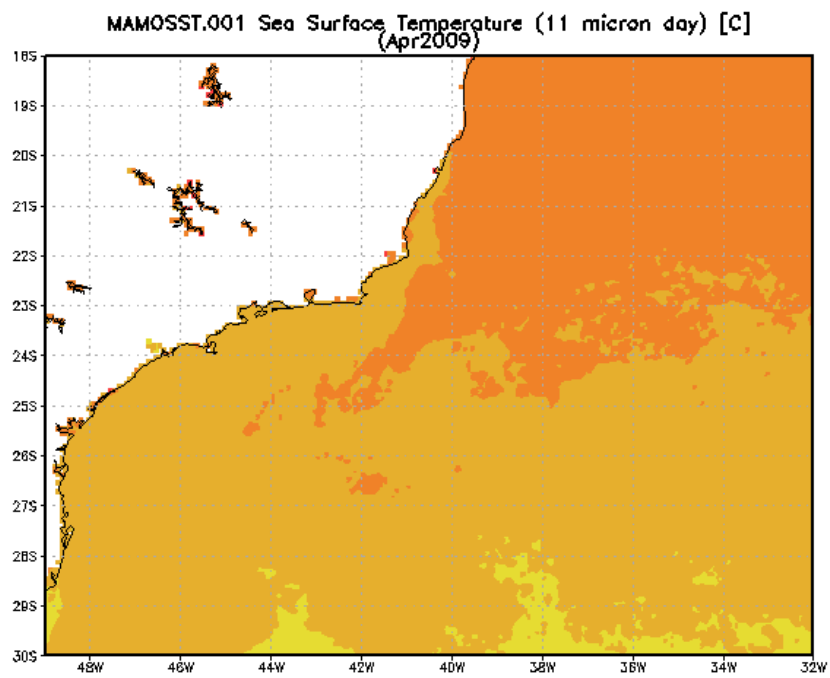


Figura 3. Temperatura na superfície do mar durante o outono de 2009.

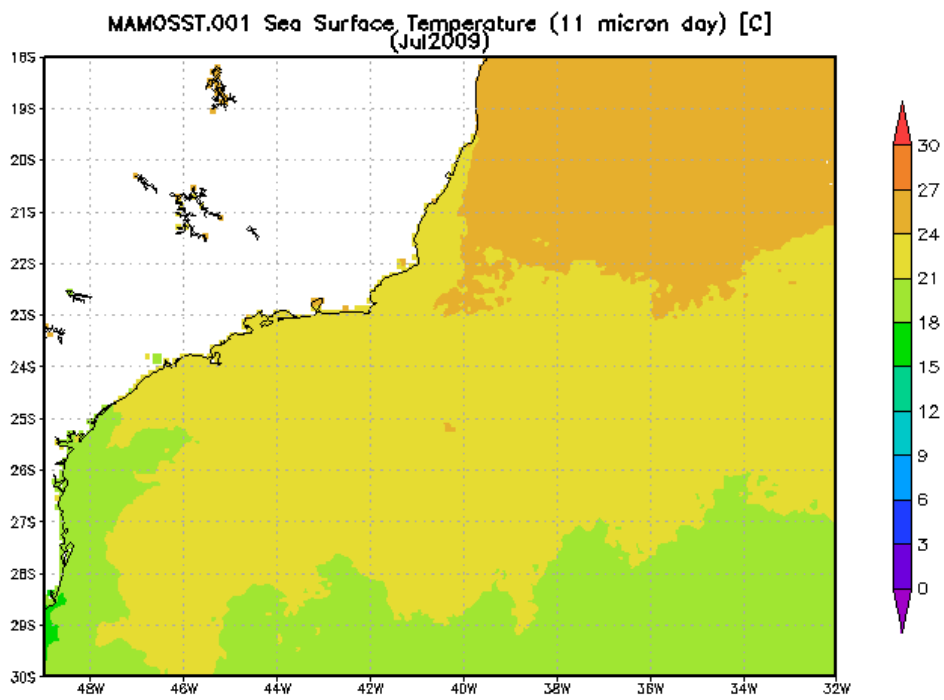


Figura 4. Temperatura na superfície do mar durante o inverno de 2009

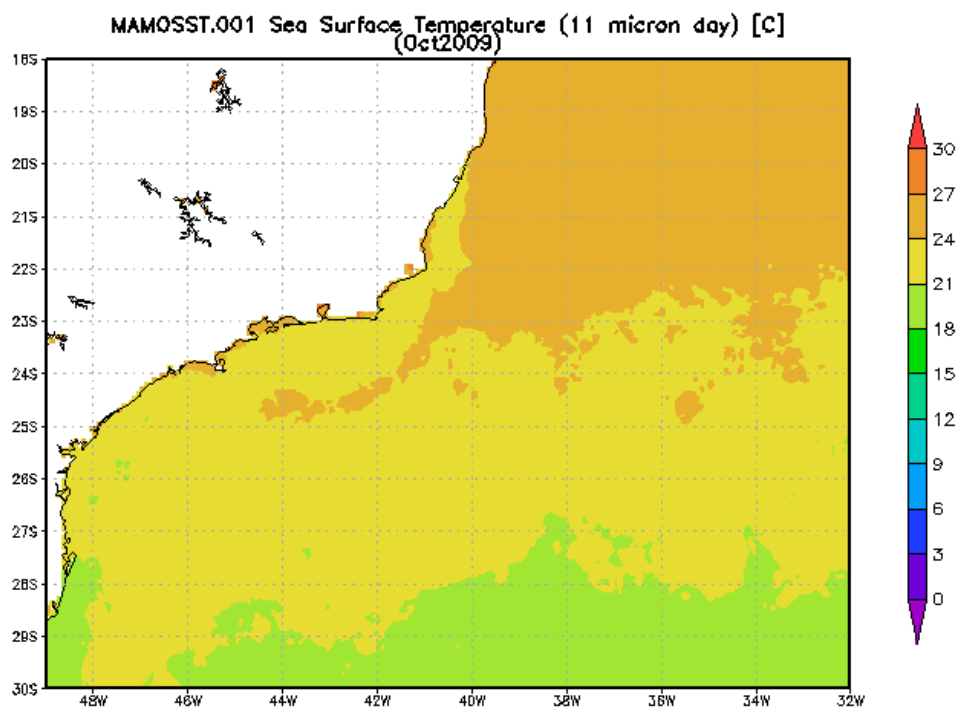


Figura 5. Temperatura na superfície do mar durante a primavera de 2009.

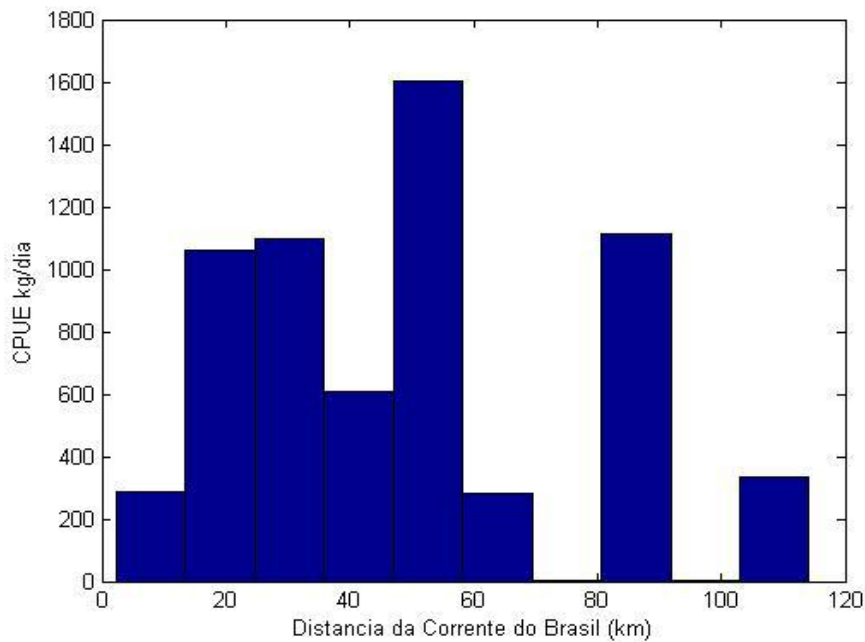


Figura 6. Histograma relacionando CPUE e a menor distância do ponto de pesca com a borda oeste da Corrente do Brasil.

De acordo com o histograma a cima(Figura 6), pode-se observar que o maior valor de captura por unidade de esforço ocorreu entre os intervalos de 50 a 60 km, 30 a 40 km e 80 a 90 km, e o menor valor entre os intervalos de 0 a 10 km e 60 a 70 km. A utilização de parâmetros biofísicos como temperatura na superfície do mar, clorofila na superfície do mar, batimetria e vento se revelam muito importantes no estudo de recursos pesqueiros. Em Zagaglia (2003) pode ser encontrado exemplo de estudo utilizando técnicas de sensoriamento remoto aplicado à pesca de atuns. Segundo Gigliotti (2009), estimativas de variáveis oceanográficas e meteorológicas realizadas a partir de dados obtidos por sensores remotos se mostram eficientes no estudo do oceano. A estimativa principalmente da TSM e da CSM, através do sensoriamento remoto vem sendo utilizada em diversos estudos oceanográficos. O uso de sensores remotos orbitais visa contribuir na redução de custos e de tempo em operações oceanográficas (OLIVEIRA, 2005). Alguns trabalhos mostram uma hipótese para o padrão de migração de *Coryphaena hippurus* baseados na sazonalidade da abundância por localidade (KOLLING,2008).

CONCLUSÃO

As imagens de TSM justificaram a sazonalidade do Dourado como demonstrado no gráfico da Figura 2. As variáveis oceanográficas, principalmente a temperatura na superfície do mar se mostram eficientes para serem usados como indicadores de potencial pesqueiro do Dourado, mostrando também uma forte ligação com a Corrente do Brasil, tornando esses dados importantes para subsidiar cartas de pesca.

REFERÊNCIAS

Andrade, A. H. ; Belem, L. A. ; Garcia, E. A. C. Distribuição espaço-temporal de feições térmicas e pesca de bonito na região sudeste e sul do Brasil,1993

Campos, E. J. D., Velhote, D., & Silveira, I. C. A. da, 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. Geophys

Fernandes, A. P. F. Modelos teóricos paramétricos do Sistema Corrente do Brasil.Dissertação de Mestrado,Instituto Oceanográfico,Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005

Gigliotti, S. E. Medidas da variabilidade interanual marinha sobre a plataforma continental sudeste do Brasil e sua relação com áreas de desova da sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*). São José dos Campos,159p.Dissertação de Mestrado do curso de Pós graduação em Sensoriamento Remoto- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. INPE -16539-TDI/1560

Kolling, J. A.. Crop Análise da Pesca do Dourado (*Coryphaena hippurus*) no Estado de São Paulo, no período de 1990 a 2006. 2008. 90 p. Monografia (Graduação em Oceanografia)- Centro Universitário Mont Serrat, Santos.

Lorenzetti, A. J.; A, S. C. Avaliação da acurácia das temperaturas da superfície do mar obtidas por satélite para a região Sul-Sudeste da costa brasileira,1998

Lorenzetti, A. J.; Stech, L. J. Um estudo sobre a variabilidade espaço/temporal da frente interna da corrente do Brasil usando imagens AVHRR/NOAA, 2007.

Maluf, S.1978. Cartas de pesca: Utilizando dados oceanográficos e de sensoriamento remoto, aplicado à sanrinha (*Sardinella brasiliensis*). São José dos Campos, 159p. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1978. INPE -1423-TDL/03.

Oliveira, F. S. C. Estimativa de Captura do Bonito-Listrado (*Katsuwonus pelamis*) na Costa Sudeste do Brasil usando um Modelo Estatístico e Dados de Sensoriamento Remoto- São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005. 117 p. ; - (INPE-13595-TDI/1034)

Oxenford, H. A. Biology of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic: a review. *Scientia Marina*, v. 63 p. 277-301, 1999.

Ramires, M. 2004. Etnoconhecimento caiçara e uso de recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no vale do ribeira.

Silva, C. O. C.R.; Viana, L. D .; Oliveira, G.P. ; Hazin, V. H. F.; Viana, W. M. J. Biologia reprodutiva do Dourado, *Coryphaena hippurus* (LINNAEUS, 1758) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

SILVA, L.G.S. DA 1993 Caiçaras e jangadeiros: cultura marítima e modernização no Brasil. CEMAR: Centro de Culturas Marítimas, USP. São Paulo. 143p.

Silveira, I. C. A. da, Miranda, L. B. de & Brown, W. S., 1994. On the origins of the North Brazil Current. *J. Geophys.*

Zagaglia, C.R. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à pesca de atuns no Atlântico oeste Equatorial. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003. INPE- 9862-TDI/869.

