

**IGOR DA MATA R. P. OLIVEIRA**

**PESCA, DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA RELATIVA E  
BIOLOGIA REPRODUTIVA DO AGULHÃO BRANCO  
*Tetrapturus albidus* Poey 1860 CAPTURADO PELA FROTA  
ESPINHELEIRA BRASILEIRA**

**Recife  
2006**

**IGOR DA MATA R. P. OLIVEIRA**

**PESCA, DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA RELATIVA E  
BIOLOGIA REPRODUTIVA DO AGULHÃO BRANCO  
*Tetrapturus albidus* Poey 1860 CAPTURADO PELA FROTA  
ESPINHELEIRA BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura** da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura**.

Orientador: **Dr. Fábio Hissa Hazin**, Depto. de Pesca e Aqüicultura, da UFRPE.

**Recife  
Março de 2006**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

O48p Oliveira, Igor da Mata R. P.  
Pesca, distribuição, abundância relativa e biologia reprodutiva do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey 1860 capturado pela frota espinheleira brasileira / Igor da Mata R. P. Oliveira. -- 2006.  
115 f. : il.

Orientador : Fábio Hissa Hazin  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco - Departamento de Pesca  
Anexo e bibliografia

CDD 551.469 22

1. Agulhão branco
2. Distribuição
3. Variáveis ambientais
4. GAM
5. *Tetrapturus albidus*
6. CPUE
7. Padronização
8. Biologia reprodutiva
9. Brasil
- I. Hazin, Fábio Hissa
- II. Título

**Universidade Federal Rural de Pernambuco**  
**Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura**

Parecer da comissão examinadora da defesa de dissertação de mestrado de

**IGOR DA MATA R. P. OLIVEIRA**

**PESCA, DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA RELATIVA E BIOLOGIA REPRODUTIVA  
DO AGULHÃO BRANCO *Tetrapturus albidus* Poey 1860 CAPTURADO PELA  
FROTA ESPINHELEIRA BRASILEIRA**

Área de concentração: **Recursos Pesqueiros**

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o(a) candidato(a) **IGOR DA MATA R. P. OLIVEIRA** como aprovado.

Recife, 22 de março de 2006

---

Prof. Dr. Fábio Hissa Hazin (DSc, UFRPE)  
Orientador

---

Prof. Dr. Vanildo Oliveira (DSc, UFRPE)  
Membro externo

---

Prof. Dr. Jorge Lins (DSc, UFRN)  
Membro externo

---

Prof. Dr. Paulo Travassos (DSc, UFRPE)  
Membro interno

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Fábio Hazin, pela orientação e estrutura de trabalho.

A CAPES, pelo suporte e por nunca atrasar o suporte.

A minha mãe, por ser a pessoa que mais confiou e investiu no meu trabalho e por um monte de coisas que não caberiam nessa página.

Ao meu pai, velho e grande amigo - a distância não é mais que um cálculo.

Às minhas queridas avós Ivete e Diva, minha irmã Mariana e meu cunhado Edgar.

Ao amigo Humberto Hazin, por fornecer os dados e pelas orientações.

Ao professor Paulo Travassos pela disposição e suporte prestados ao longo dos anos de trabalho.

Aos professores Jorge Lins, Vanildo Oliveira e William Severi pelas sugestões e por aceitarem o convite para compor a banca examinadora.

De maneira muito especial a Talita Espósito, pelo carinho, amizade, companheirismo e paciência.

Aos colegas de mestrado: Ana Paula Lucas, Anderson Croccia, Bernardo e Joan Muniz, Marcelo Costa, Robson Liberal.

Aos amigos André Hime Souza, Paulo Feitosa, Thiago Poroca, Genaro Pinheiro, Cezar Augusto Leite, David Valença, Bruno Urach, Breno Mascarenhas, Bruno Pantoja, Felipe Pimentel, Glauber Santos, Sérgio Salles, Augusto César, César Augusto Fernandes, Renato dos Santos, Alexandra e Martin, Rui e Kilma, Rafael Rocha, Vitinho, Davi e Aldânio Carvalho, Marcelo Figueiroa, Santiago Hamilton, William Dantas e toda a galera da pelada do Equipe.

A todos das famílias Souza e Poroca, especialmente meu tio, camarada, amigo e exemplo, Pedro Paulo; meus queridos Jaminho, Alina, Luana e Pingo, pelo apoio na dificuldade, por acreditarem na realização desse projeto e fazerem me sentir da família

A todos do LOP/LATEP/LEMAR, especialmente Felipe Carvalho, Paulinho Oliveira, Patrícia Pinheiro, Rodrigo Bandeira, Alessandra Fischer, Artur Leitão, José Carlos "Careca" Pacheco, e todos os estagiários, especialmente Bruno Victor, Renato Ribeiro "Menos-eu", Adriana Pereira e Ilka Branco.

Aos funcionários do DEPAQ, especialmente a minha amiga Telma, por utilizar toda a sua influência para nos ajudar.

Aos professores do departamento de Pesca e Aqüicultura, Vanildo Oliveira, Rosângela Lessa, Eudes Correia e Raquel Coimbra.

A todos os observadores de Bordo da Frota Atuneira Arrendada, que fazem a parte menos reconhecida dos trabalhos, pela coleta de dados e amostras e pela importância da sua atividade para a pesca do país.

## SUMÁRIO

Lista de tabelas

Lista de figuras

Lista de abreviaturas

### Resumo

### Abstract

<b>1 Introdução</b> .....	13
<b>2 Objetivos</b> .....	16
<b>3 Revisão da literatura</b> .....	18
3.1 Introdução.....	18
3.2 Nomes comuns .....	20
3.3 Morfologia externa e identificação .....	20
3.4 Distribuição .....	21
3.5 Alimentação .....	22
3.6 Biologia reprodutiva .....	23
3.7 Estoque .....	24
<b>4 Descrição das operações realizadas na pesca com espinhel, pela frota arrendada sediada no nordeste do Brasil</b> .....	26
<b>5 Artigos científicos</b> .....	46
Artigo I – Distribuição, abundância relativa e influência das variáveis ambientais na captura do agulhão branco <i>Tetrapturus albidus</i> Poey, 1860	47
Artigo II – Índices padronizados de captura do agulhão branco <i>Tetrapturus albidus</i> Poey, 1860 capturado pela frota comercial espinheleira brasileira	71
Artigo III – Biologia reprodutiva e influência ambiental sobre o desenvolvimento gonadal do agulhão branco <i>Tetrapturus albidus</i> Poey 1860 capturado pela frota espinheleira comercial sediada no nordeste do Brasil	87
<b>6 Conclusões</b> .....	110
<b>7. Referências bibliográficas</b> .....	113

### Anexos

## LISTA DE TABELAS

**Artigo I** Distribuição, abundância relativa e influência das variáveis ambientais na captura do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey, 1860.

Tabela 1. Variação residual, variação nula, dispersão e variância explicada (Pseudo- $r^2$ ) do conjunto de variáveis incluídas aos modelos por área.

Tabela 2. Parâmetros estatísticos utilizados para quantificar a influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do agulhão branco pela frota espinheleira comercial brasileira no modelo geral.

Tabela 3. Influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do agulhão branco capturado pela frota espinheleira comercial brasileira na área 1

Tabela 4. Influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do agulhão branco capturado pela frota espinheleira comercial brasileira na área 2.

Tabela 5. Influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do agulhão branco capturado pela frota espinheleira comercial brasileira na área 3.

**Artigo II** Índices padronizados de captura do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey, 1860 capturado pela frota comercial espinheleira brasileira

Tabela 1. Parâmetros estatísticos obtidos para os modelos padronizados por GAM e GLM.

**Artigo III** Biologia reprodutiva e influência ambiental sobre o desenvolvimento gonadal do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey 1860 capturado pela frota espinheleira comercial sediada no nordeste do Brasil

Tabela 1. Número de gônadas de machos (M) e de fêmeas (F) de agulhão branco por mês, coletadas pelo Programa de Observadores de Bordo da frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.

Tabela 2. Amplitude de peso, comprimento e largura das gônadas de machos e fêmeas de agulhão branco capturados entre novembro de 2004 e novembro de 2005 pela frota espinheleira sediada no Nordeste do Brasil.

Tabela 3. Influência de cada variável sobre o índice gonadal de machos de agulhão branco capturados entre 2004 e 2005 pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.

Tabela 4. Influência de cada variável sobre o índice gonadal de fêmeas de agulhão branco capturados entre 2004 e 2005 pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DA LITERATURA

- Figura 1.** Agulhão Branco *Tetrapturus albidus*. Fonte: Nakamura (1985).
- Figura 2.** Classificação taxonômica das diferentes espécies de agulhões (Xiphioidae), com destaque para o agulhão branco, *Tetrapturus albidus* (*white marlin*) determinada por estudos moleculares e morfométricos. Fonte: Bromhead e Pepperell (2004).
- Figura 3.** Distribuição do agulhão branco *Tetrapturus albidus*. Fonte: Nakamura (1985).

### DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES REALIZADAS NA PESCA COM ESPINHEL, PELA FROTA ARRENDADA SEDIADA NO NORDESTE DO BRASIL

- Figura 1. Guincho horizontal hidráulico utilizado da armazenagem, bem como nas operações de lançamento e recolhimento da linha principal de monofilamento do espinhel pelágico.
- Figura 2. Algumas polias e tubulações por onde passa a linha principal nas operações de pesca.
- Figura 3. Operação de lançamento do espinhel realizado por embarcações ocidentais arrendadas sediadas no Nordeste do Brasil.
- Figura 4. Disposição e lançamento das bóias-rádio.
- Figura 5. Carretel manual de armazenagem dos cabos de bóia.
- Figura 6. Colocação de iscas (lulas) e atratores luminosos (*lightsticks*) nas linhas secundárias durante o lançamento do espinhel.
- Figura 7. Disposição das linhas secundárias armazenadas
- Figura 8. Lançamento de linhas secundárias, já devidamente iscadas.
- Figura 9. Operação de recolhimento do espinhel realizado por embarcações ocidentais arrendadas sediadas no Nordeste do Brasil.
- Figura 10. Garatêia utilizada para alcançar a primeira bóia-rádio no início do recolhimento
- Figura 11. *Snaps* "cruzados" a fim de livrar a linha principal facilitando o recolhimento.
- Figura 12. Extremidade da linha principal sendo conectada ao cabo do guincho para o seu recolhimento.
- Figura 13. Alavanca que controla o guincho no recolhimento da linha principal.
- Figura 14. Polia externa ou primeira polia por onde passa a linha principal durante a operação de recolhimento.
- Figura 15. Recolhimento de uma linha secundária.
- Figura 16. Cabo (multifilamento) auxiliar de recolhimento, o qual livra a linha principal no embarque de grandes pelágicos a bordo.
- Figura 17. Embarque de um tubarão a bordo, utilizando-se uma grande tesoura com ganchos
- Figura 18. Abate de atum a bordo.
- Figura 19. Sangramento e descabeçamento de atum.
- Figura 20. Armazenagem de uma peça de espadarte tipo exportação.
- Figura 21. Operação de lançamento do espinhel realizado por embarcações chinesas arrendadas sediadas no Nordeste do Brasil.

Figura 22. Operação de recolhimento do espinhel realizada por embarcações chinesas arrendadas, sediadas no Nordeste do Brasil.

Figura 23. Método de armazenamento de peixe fresco utilizado pelas embarcações chinesas arrendadas no Nordeste do Brasil.

**Artigo I** Distribuição, abundância relativa e influência das variáveis ambientais na captura do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey, 1860.

Figura 1. Área de estudo, dividida em 3 sub-áreas pelo efeito da variável latitude sobre as capturas de *T. albidus* realizadas pela frota espinheleira brasileira de 1980 a 2004.

Figura 2. Contribuição de cada variável adicionada ao modelo geral na variância explicada (Pseudo- $r^2$ )

Figura 3. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos para o modelo geral.

Figura 4. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos para a área 1.

Figura 5. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos para a área 2.

Figura 6. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos para a área 3.

**Artigo II** Índices padronizados de captura do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey, 1860 capturado pela frota comercial espinheleira brasileira

Figura 1. Probabilidade normal e distribuição dos resíduos dos modelos padronizados por GAM e GLM.

Figura 2. Séries de CPUE nominal e padronizadas por GAM e GLM para o agulhão branco *T. albidus* capturado no período de 1980 a 2004 pela frota espinheleira brasileira.

Figura 3. CPUE padronizadas por GAM com intervalo de confiança IC estimado pelo *bootstrap* para o agulhão branco *T. albidus* capturado no período de 1980 a 2004 pela frota espinheleira brasileira.

**Artigo III** Biologia reprodutiva e influência ambiental sobre o desenvolvimento gonadal do agulhão branco *Tetrapturus albidus* Poey 1860 capturado pela frota espinheleira comercial sediada no nordeste do Brasil

Figura 1. Distribuição de freqüência de comprimento de machos e fêmeas de agulhão branco capturados na costa Nordeste do Brasil por embarcações espinheleiras arrendadas, entre novembro de 2004 e novembro de 2005.

Figura 2. Distribuição mensal da freqüência relativa de estágios maturacionais de machos de agulhão branco capturados pela frota arrendada sediada no Nordeste do Brasil de novembro de 2004 a novembro de 2005.

Figura 3. Distribuição mensal da freqüência relativa de estágios maturacionais de fêmeas de agulhão branco capturados pela frota arrendada sediada no Nordeste do Brasil de novembro de 2004 a novembro de 2005.

- Figura 4. Relação entre o peso da gônada e o comprimento mandíbula inferior-furca (MIF) por peso da gônada por estágio maturacional de machos de agulhão branco em diferentes escalas: (a) Escala do eixo y de 0 a 800g; (b) Escala do eixo y de 0 a 200g.
- Figura 5. Relação entre o peso da gônada e o comprimento mandíbula inferior-furca (MIF) por peso da gônada por estágio maturacional de fêmeas de agulhão branco, em diferentes escalas: (a) Escala do eixo y de 0 a 2000g; (b) Escala do eixo y de 0 a 400g.
- Figura 6. Curva logística da estimativa de comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de machos de agulhão branco.
- Figura 7. Curva logística da estimativa de comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de fêmeas de agulhão branco.
- Figura 8. Distribuição da média mensal do índice gonadal de machos de agulhão branco.
- Figura 9. Distribuição da média mensal do índice gonadal de fêmeas de agulhão branco.
- Figura 10. Resíduos parciais da influência dos fatores sobre o IG de machos de agulhão branco capturados pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.
- Figura 11. Resíduos parciais da influência dos fatores sobre o IG de fêmeas de agulhão branco capturados pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ICCAT – International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas

SCRS – Standing Committee for Research and Statistics

RMS – Rendimento Máximo Sustentável

SST – Sea Surface Temperature

SSA – Sea Surface Anomaly

DML – Depth Mixture Layer

MIF – Comprimento Mandíbula inferior-furca

GLM – Generalized Linear Model

GAM – Generalized Additive Model

## RESUMO

O agulhão branco *Tetrapturus albidus* é uma espécie oceânica, pelágica e migradora sendo, por essa razão, explorada por vários países. Sua pesca se caracteriza pela grande diversidade de participantes, incluindo pescarias industriais, artesanais e esportivas. No entanto, assim como os demais agulhões, é mais frequentemente capturado como fauna acompanhante da pesca com espinhel dirigida a atuns e espadarte, sendo sujeitos a uma intensa pressão pesqueira. Como consequência, o estoque se encontra sobreexplorado, embora as avaliações apresentem incertezas decorrentes da carência de dados de pesca e informações biológicas. No intuito de contribuir para a superação dessas deficiências, o presente trabalho apresenta: uma descrição das operações de pesca com espinhel pelágico realizadas pela frota arrendada brasileira sediada no Nordeste; uma análise da distribuição e da abundância relativa da espécie e da influência de variáveis ambientais na sua captura; índices padronizados de captura por unidade de esforço, e informações acerca da biologia reprodutiva. Como ferramentas de padronização de índices de abundância (CPUE), bem como das análises de influência de fatores de diversas ordens sobre a captura e o desenvolvimento gonadal do agulhão branco, foram utilizados modelos lineares e aditivos generalizados (GLM e GAM). Ano, temperatura da água do mar, latitude e profundidade do local de pesca foram os fatores que apresentaram maior influência nas capturas. Variações espaciais e sazonais da abundância relativa parecem confirmar a realização de uma migração no sentido norte-sul ao longo da costa brasileira do terceiro para o primeiro trimestre do ano. Os dados indicam, também, que o agulhão branco acompanha preferencialmente a faixa de temperatura de 24°C a 28°C, concentrando-se em áreas de descontinuidades topográficas ou na interface de massas d'água, os quais estão provavelmente associados a fenômenos de enriquecimento. O modelo padronizado por GAM se mostrou mais bem ajustado que por GLM, indicando que a inclusão das variáveis foi significativa na padronização das CPUEs. As taxas de captura do agulhão branco apresentam um declínio contínuo ao longo de 15 ou 20 anos, até 1999-2000 passando a exibir, a partir de então, uma maior estabilidade. O comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) foi igual a 139cm de mandíbula inferior-furca para machos e a 147cm para fêmeas. Mês e temperatura se mostraram os fatores com maior influência sobre o desenvolvimento gonadal. O índice gonadal do agulhão branco na região equatorial do Atlântico foi máximo em torno de maio.

## ABSTRACT

The white marlin *Tetrapturus albidus* is a ocean, pelagic and highly migratory specie, exploited by many countries and many commercial, sportive and artisanal fisheries. Like the other bilfishes, they are mainly caught by tunas and swordfish longline fishery, as by-catch, which subject a high fishing pressure. Then, the stock have been over-exploited, although the assessment show several uncertain, because need parameters. Before this, the present work promotes: a description by the fishing operations realized in the capture of white marlin by the leased longline fleet based in northeast Brazil; a distribution and relative abundance analyses and the influence of environmental factors in the capture of the specie; standardized catch and effort rates and reproductive biology information. The statistic tool utilized to standardization of abundance indices (CPUE) and for the analyses of the influence of factors (spatial, temporal and environmental) on the capture and gonad development of white marlin was generalized linear and additive models (GLM and GAM). Year, temperature of sea surface, latitude and depth of local fishing was the factors which more influenced on captures. The pattern of distribution and abundance observed confirms the north-south migration through the brazilian off shore, of the third to the first trimester. Also was observed that the white marlin follows temperatures strips of about 24°-28°C, and is commonly concentrate in steep drop-offs and interface of different water masses, or in areas with marine richness. The model standardized with GAM showed better adjust than the GLM model, indicating that the inclusion of the factors was significantly in standardization procedure of CPUEs. The catches of white marlin showed decline for about 15 or 20 years, and some stability since 1999-2000. Size at first sexual maturity ( $L_{50}$ ) was estimated as 139 cm (low jaw- fork length/ LJFL), for males, and 147 cm, for females. Month and temperature was the factors with more influence on gonad development. The gonad index of white marlin in the Atlantic Equatorial was highest in the end of second and the beginning of the third trimester.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Oceano Atlântico, os agulhões são capturados em pescarias esportivas e comerciais, tanto artesanais como industriais. Nesta última, no entanto, não são alvo direto da pesca, sendo mais freqüentemente capturados como fauna acompanhante, particularmente pelos barcos de pesca com espinhel, os quais atuam além da plataforma continental, voltados para a captura de atuns e espadarte (ICCAT, 2001; SCRS/ICCAT, 1999, 2004). Mesmo como fauna acompanhante, porém, estão sujeitos a uma intensa pressão pesqueira, aspecto agravado pela sua natureza oceânica e altamente migradora, a qual os torna vulneráveis à exploração pela frota pesqueira de vários países. Além do esforço exercido pela pesca industrial, nas últimas décadas, as populações de agulhões também passaram a sofrer uma pressão pesqueira crescente pela pesca esportiva em todo o mundo, em função de sua crescente popularização. Em consequência, os estoques de agulhões encontram-se atualmente em níveis muito baixos de biomassa, apresentando sinais claros de sobre-exploração, embora as avaliações apresentem um elevado grau de incerteza (ICCAT 2001; 2003; RESTREPO et al., 2003 apud AROCHA et al., 2005; ANÔNIMO, 2004; ICCAT, 2004; SCRS/ICCAT, 2004).

A frota espinheleira comercial brasileira atua sobre uma área considerável, abrangendo a região sudoeste do Oceano Atlântico Equatorial, entre 5°N e 25°S e 25° e 40°W. Apesar de possuir como espécie alvo o espadarte *Xiphias gladius* e atuns (gênero *Thunnus*), também promove capturas consideráveis de agulhões, a despeito da reduzida participação relativa dos mesmos. O agulhão branco, por exemplo, representa menos de 4% da captura realizada pela frota espinheleira arrendada e nacional, baseada em Santos (AMORIM E ARFELLI, 2003) e cerca de apenas 3% (HAZIN et al., 1998) da produção oriunda da frota sediada no Nordeste

do Brasil. Apesar desses reduzidos percentuais, a espécie representa cerca de 30% dos agulhões capturados por essa última frota, sendo, portanto, a de maior abundância entre os Istiophoridae no Atlântico Sudoeste Equatorial.

Os agulhões são espécies altamente migratórias, sendo a avaliação e o manejo de seus estoques possíveis apenas através de esforços conjuntos de várias nações, tarefa que, no Oceano Atlântico, compete à Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT - *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*). Em 21 de dezembro de 1995, a comissão reconheceu que a biomassa do estoque de agulhão branco no Oceano Atlântico se encontrava abaixo do nível necessário para o rendimento máximo sustentável há mais de uma década [Recomendação 95-12]. Nessa mesma recomendação, a comissão resolveu que todas as partes contratantes (países) com interesse na pesca de agulhões deveriam promover programas científicos, com o objetivo de levantar as informações necessárias para a condução de avaliações de estoque mais confiáveis. Como medida de manejo dos estoques, a ICCAT adotou, em junho de 1998, uma outra recomendação [Rec 97-9] limitando os desembarques de agulhão branco em 25%, dos totais desembarcados em 1996. No entanto, em 26 de junho de 2001, por entender que as reduções alcançadas como resultado da Rec. 97-9 não haviam sido suficientes, a comissão aprovou uma nova recomendação [Rec 00-13], ainda mais restritiva, limitando os desembarques de agulhão branco a 33% do volume desembarcado em 1999, exceto pela parcela não comercializada da produção, além de sugerir um comprimento mínimo de captura de 168cm de mandíbula inferior-furca.

Na última avaliação de estoque, realizada em 2002, o rendimento máximo sustentável (RMS) para o agulhão branco no Atlântico foi estimado em 1.300 t, de

forma que os níveis atuais de desembarques já se encontram próximos ou levemente além do RMS. O Comitê Permanente de Pesquisa e Estatística (SCRS– *Standing Committee on Research and Statistics*) ressaltou, contudo, que as avaliações de estoque realizadas ainda apresentavam um elevado grau de incerteza, em função de uma aguda carência de dados, particularmente em relação ao Atlântico Sul (índices de abundância, biologia reprodutiva, idade e crescimento) (ICCAT, 2003).

Em 2004, a partir da constatação de que muito pouco progresso havia sido alcançado na geração de novos dados científicos que pudessem melhor subsidiar uma nova avaliação do estoque, o SCRS decidiu postergar a avaliação prevista para 2005, para 2006. É urgente, portanto, que informações pesqueiras e biológicas sobre a espécie sejam geradas por todas as partes contratantes, particularmente por aquelas nações que, como no caso do Brasil, contribuem com uma parcela significativa das capturas. Neste sentido, o cumprimento da obrigação assumida pelo país perante a Convenção da ICCAT de gerar informações científicas sobre as espécies capturadas, neste caso em particular do agulhão branco, se constitui em condição fundamental à sustentação de suas aspirações de desenvolvimento de sua pesca oceânica, tão claramente refletidas no planejamento estratégico da SEAP/PR e materializadas no Programa Profrota Pesqueira. A expectativa, portanto, a partir do desenvolvimento do presente trabalho, é de que as informações geradas possam não apenas contribuir para assegurar a sustentabilidade de exploração do *Tetrapturus albidus* no Oceano Atlântico, mas também para apoiar o desenvolvimento da pesca de atuns e afins no Brasil.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivos Gerais

- Estudar a pesca, a distribuição, a abundância relativa e a biologia reprodutiva do agulhão branco *Tetrapturus albidus* capturado pela frota espinheleira brasileira.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Descrever a tecnologia e as estratégias de pesca empregadas pela frota arrendada pelo Brasil, sediada no Nordeste, na pesca com espinhel;
- Estimar a abundância relativa (CPUE), através de dados de captura da frota nacional e arrendada, gerando índices padronizados por diferentes métodos estatísticos;
- Analisar o padrão de distribuição e a variação sazonal da abundância relativa, em relação às variáveis espaciais, temporais e ambientais, identificando-se os fatores de maior influência;
- Identificar os estágios reprodutivos do agulhão branco;
- Caracterizar os aspectos macroscópicos do desenvolvimento gonadal de fêmeas e dos machos;
- Estimar os tamanhos de primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) para machos e fêmeas;
- Estimar o índice gonadal (IG), avaliando-se a sua variação sazonal, para determinação da época de desova;
- Avaliar o padrão reprodutivo em relação às variáveis espaciais, temporais e ambientais de machos e fêmeas de agulhão branco;

- Verificar a relação entre o padrão de distribuição, a variação da abundância relativa e a ocorrência dos estágios reprodutivos, frente a parâmetros oceanográficos, particularmente temperatura da água do mar;

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. Introdução

O agulhão branco *Tetrapturus albidus* (Figura 1), pertencente à Ordem dos Perciformes, Família Istiophoridae, é uma espécie pelágica e oceânica, geralmente encontrada acima da termoclina (NAKAMURA, 1985), estando atualmente classificado da seguinte forma (Figura 2):

Filo Chordata

Subfilo Vertebrata

Superclasse Gnathostomata

Classe Osteichthyes

Subclasse Actinopterygii

Ordem Perciformes

Família Istiophoridae

Gênero *Tetrapturus*

São consumidos em muitos países, principalmente em nações costeiras, de zonas do Caribe e da África Ocidental (ICCAT, 2001), ocorrendo ao longo de toda a costa do Brasil. Apresentam alto valor comercial, particularmente no Japão, onde são mais consumidos fresco como *sushi* e *sashimi* (SCRS/ICCAT, 1999).

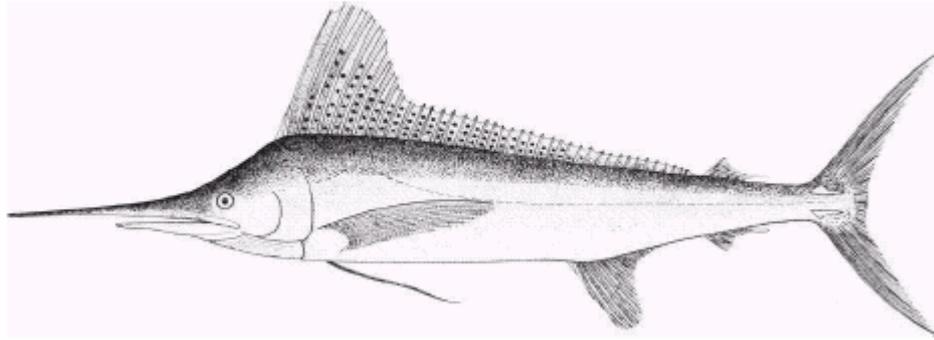


Figura 1. Agulhão Branco *Tetrapturus albidus* Fonte: Nakamura (1985).

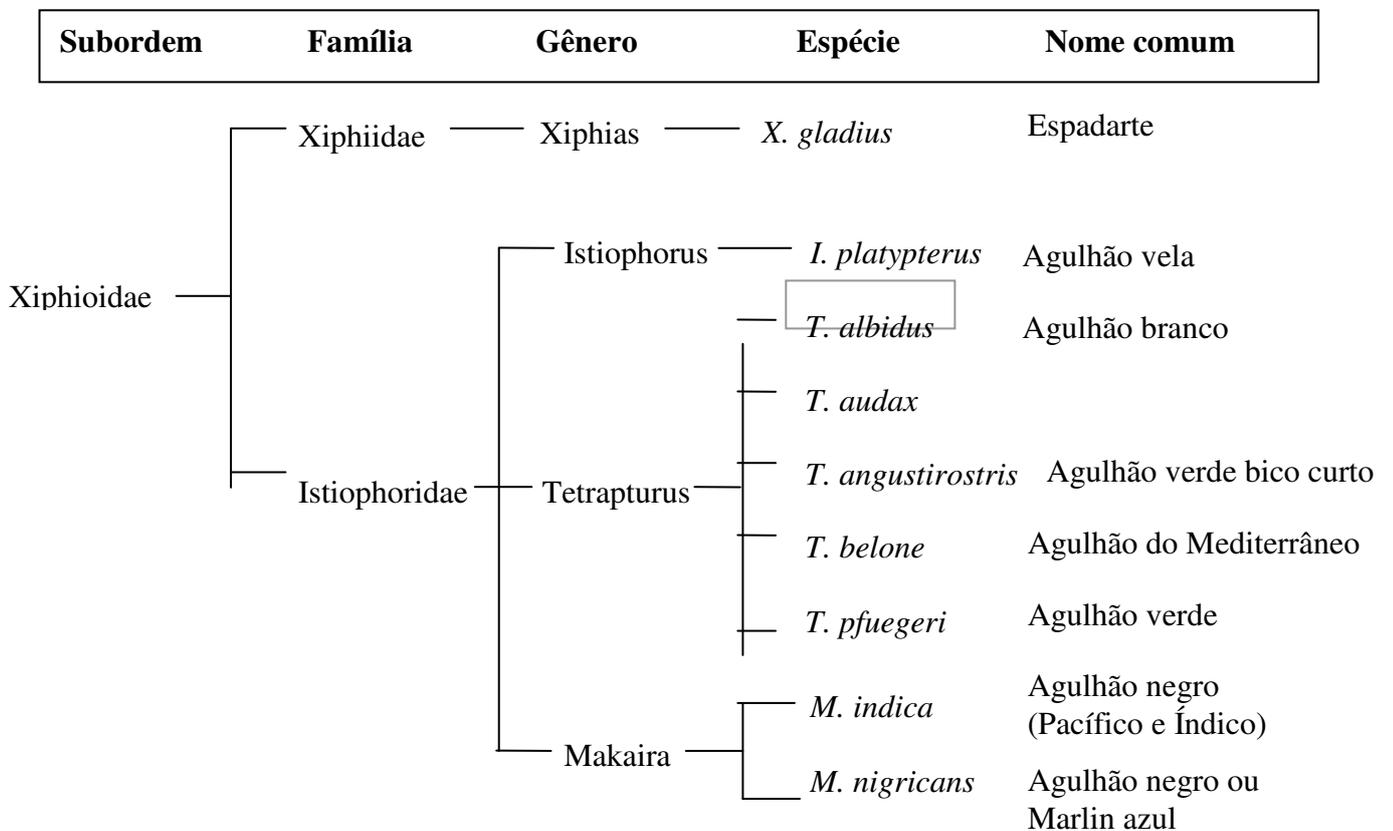


Figura 2. Classificação taxonômica das diferentes espécies de agulhões (Xiphioidae), com destaque para o agulhão branco, *Tetrapturus albidus* (*white marlin*) determinada por estudos moleculares e morfométricos (Fonte: Bromhead e Pepperell, 2004).

### 3.2. Nomes comuns

Brasil: agulhão branco

Índias Britânicas do Oeste: white marlin

Canadá e França: makaire blanc

Cuba: aguja blanca, cabezona, blanca, aguja de paladar

Japão: nishimakajiki, makajiki

Coréia: baeg-sae-chi

Marrocos: espadín

Portugal: espadim branco do Atlântico, espadim branco, agulha, espadim pequeno

África do Sul: wit matlyn

Espanha: pez aguja, alfiler, cometa, aitón

Estados Unidos: white marlin, skilligalee

Rússia: belyi marlin

Venezuela: aguja blanca

Fonte: MATHER et al. (1975).

### 3.3. Morfologia externa e identificação

O corpo do agulhão branco é modificado de uma forma fusiforme, alongado e notavelmente comprimido lateralmente (MATHER et al, 1975). Distingue-se pela sua nadadeira dorsal grande e aguda na parte anterior, além da linha lateral com poros abertos, visíveis a olho nu (OVCHINNIKOV, 1971).

A espécie atinge um comprimento total máximo de mais de 280cm e 82 kg de peso (NAKAMURA, 1985), em até 12 anos de idade, alcançando a maturidade sexual com 130 cm de comprimento olho-furca (UEYANAGI et al. 1970). Seu peso médio de captura se situa em torno de 20-30kg (SCRS/ICCAT, 2004). Segundo

Nakamura (1985), o tamanho do agulhão branco do Atlântico capturado por espinheiros comerciais varia de 130 a 210 cm de comprimento (a maioria em torno de 165 cm).

### 3.4. Distribuição

O agulhão branco é considerado uma espécie dispersa e solitária, embora também possa formar cardumes de pequenos grupos (SCRS/ICCAT, 1999) de 5 a 12 peixes de acordo com tamanho ou sexo, em várias estações do ano (NAKAMURA, 1985). São normalmente encontrados em águas com as seguintes características: temperatura da superfície do mar acima de 22°C, salinidade entre 35 e 37‰ e em profundidades superiores a 100m (Nakamura, 1985; Mahon e Mahon, 1986).

O agulhão branco é uma espécie que ocorre exclusivamente no Atlântico, se distribuindo por quase todo o oceano, desde 45°N até 45°S, no lado oeste e 35°S, de latitude no lado leste. Também ocorre no Golfo do México, Mar do Caribe, Mar Mediterrâneo, além de registros de alguns indivíduos entre Grã-Bretanha e França (UEYANAGI et al., 1970; MATHER et al., 1975; NAKAMURA, 1985) (Figura 3).



Figura 3. Distribuição do agulhão branco *Tetrapturus albidus*  
Fonte: Nakamura (1985).

Segundo Ueyanagi et al. (1970), sua distribuição no Atlântico varia sazonalmente, atingindo altas latitudes em ambos os hemisférios durante as estações quentes.

Segundo Fox (1971), a distribuição da espécie se sobrepõe à da albacora laje e do agulhão negro. Já Wise e Davis (1973) mostraram que, em certas estações, a abundância da espécie coincide com a do agulhão vela *Istiophorus platypterus*.

### 3.5. Alimentação

Segundo Ovchinnikov (1971), na região oceânica da costa atlântica dos E.U.A., o agulhão branco se alimenta principalmente de clupeídeos (*Etremeus sadina*), carangídeos (*Seriola zonata*, *Decapterus*, *Cranx* sp.), escombrídeos (gênero *Scomber*), peixe-voador (*Dactopterus volitans*), anchova (*Anchoa browni*), sand lance (*Ammodytes tobianus*), dourados juvenis (*Coryphaena hippurus*) e, sobretudo lula (*Loligo pealei*).

Garcia de los Salmones et al. (1989), ao analisar o conteúdo estomacal de agulhões capturados por barcos esportivos, entre 3 e 20 milhas da costa central da Venezuela, observou que o agulhão branco se alimenta principalmente de lulas e escombrídeos, assim como de clupeídeos, carangídeos e gempilídeos, além de juvenis de espécies tipicamente costeiras.

Vaske Jr. et al. (2004) analisaram 120 estômagos e concluíram que *Brama brama* foi o mais importante item alimentar na dieta de *T. albidus*, seguido pela lula *Ornithoteutis antillarum*, com ambos compondo 67,2% da dieta da espécie, e se constituindo, portanto no seu principal recurso alimentar. Segundo os mesmos autores, o reduzido tamanho do estômago força o predador a se alimentar

constantemente, em pequenas quantidades e várias vezes ao dia, proporcionando energia para migração, devido a constante presença de alimento.

Durante o verão, agulhões brancos adultos e atuns azuis (*Thunnus thynnus*) pequenos competem na costa estadunidense por cardumes de pequenos peixes e lulas (FARRINGTON, 1949 apud MATHER et al., 1975).

### **3.6. Biologia Reprodutiva**

O agulhão branco aparentemente não apresenta dimorfismo sexual, embora diversos autores mencionem que as fêmeas atingem maiores comprimentos que os machos, podendo igualmente alcançar pesos maiores que machos de um mesmo tamanho (DE SYLVA E DAVIS, 1963; UEYANAGI et al., 1970; NAKAMURA E RIVAS, 1972 apud MATHER et al., 1975; LENARZ E NAKAMURA, 1974; GOODYEAR E AROCHA, 2001). Tais diferenças, contudo, tendem a desaparecer em grandes comprimentos (maiores que 173cm de comprimento zoológico) (DE SYLVA E DAVIS, 1963 apud MATHER et al., 1975; LENARZ E NAKAMURA, 1974).

Algumas informações disponíveis indicam que o agulhão branco desova uma vez por ano (DE SYLVA e DAVIS, 1963; HAYASHI et al., 1970; UEYANAGI et al., 1970). Ueyanagi et al. (1970) concluíram que esta espécie migra para águas subtropicais para desovar, com o pico de desova ocorrendo no início do verão, em áreas oceânicas, geralmente com altas temperaturas da superfície do mar (20 a 29°C) e elevadas salinidades (acima de 35 mg/l).

### 3.7. Estoque

O manejo de estoques, visando a assegurar a sustentabilidade de exploração de um determinado recurso pesqueiro, deve considerar aspectos biológicos, econômicos, recreacionais e sociais (HILBORN e WALTERS, 2001), especialmente no caso de uma espécie como *T. albidus*, com tamanha diversidade de participantes envolvidos na sua captura, associado ao fato da mesma não se constituir em alvo da pesca comercial.

Para uma espécie como *T. albidus*, grande migradora, explorada por vários países, se faz necessária a determinação da abundância espaço-temporal ao longo de toda a sua área de distribuição (KING, 2000). A sua condição de fauna acompanhante na pescaria comercial, no entanto dificulta sobremaneira a obtenção de informações de captura e esforço, como o número de exemplares descartados ou não registrados, comprometendo ou mesmo inviabilizando uma avaliação confiável dos estoques explorados.

Uma das questões mais prementes relativa ao manejo das pescarias do agulhão branco é a definição da existência ou não de estoques separados no Oceano Atlântico. Mather (1968) apud Robins (1974) considerava a existência de três populações no Atlântico oeste: uma no Atlântico noroeste, outra no Golfo do México e uma última na costa da Venezuela, embora também reconhecesse que os espécimes examinados tanto no Atlântico oeste como leste não apresentavam diferenças merísticas importantes.

Na costa do Brasil foram observadas diferenças morfológicas em alguns espécimens, os quais apresentaram nadadeiras peitoral, dorsal e anal como *Tetrapturus audax*, no entanto, com a posição do ânus similar a *T. albidus*. A existência de diferenças morfológicas foi discutida durante o primeiro Billfish

Workshop (ICCAT, 1981). Graves e McDowell (1998) apud Amorim e Arfelli (2003), porém, através de análises de DNA mitocondrial, concluíram que os agulhões brancos presentes na costa do Brasil e dos Estados Unidos constituem uma mesma população. A partir de então, a ICCAT passou a admitir, para efeito de avaliação de estoque, a hipótese de um único estoque de *T. albidus* em todo o Oceano Atlântico.

Perdura, porém, a necessidade de uma melhor definição da estrutura populacional dessa espécie, razão pela qual a ICCAT, desde 1987, vem desenvolvendo o Programa de Investigação Intensiva sobre os Agulhões (The ICCAT Enhanced Research Program for Billfish), incluindo trabalhos de genética, levantamento das características de seus habitats, de idade e crescimento, de distribuição e de biologia reprodutiva.

#### **4. DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES REALIZADAS NA PESCA COM ESPINHEL, PELA FROTA ARRENDADA SEDIADA NO NORDESTE DO BRASIL**

Os Laboratórios de Oceanografia Pesqueira (LOP) e de Ecologia Marinha (LEMAR), do Departamento de Pesca e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DEPAq/ UFRPE) desenvolvem uma série de estudos com grandes peixes pelágicos capturados na pesca De atuns e afins, incluindo aspectos relativos à distribuição, abundância relativa, hábito alimentar, biologia reprodutiva, idade e crescimento, entre outros.

De acordo com o art. 23 da Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003, compete à Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República, a responsabilidade pela gestão da pesca de atuns e afins no Brasil. Para assessorá-la nessa missão, a SEAP-PR instituiu o Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Atuns e Afins (CPG-AA), dotado de um Subcomitê Científico, de acordo com a Instrução Normativa SEAP/PR nº4, de 25 de maio de 2004.

Entre as atribuições institucionais assumidas pelos referidos laboratórios (LOP e LEMAR) junto a Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca, no âmbito do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão de Atuns e Afins, incluem-se a compilação e análise dos dados oriundos de todas as embarcações em operação no País, além da coordenação do Programa de Observadores de Bordo da Frota Atuneira Arrendada no Brasil.

A descrição das operações de pesca realizadas pela frota atuneira arrendada, aqui apresentada, fundamentou-se, principalmente, na observação direta viabilizada através de um embarque em uma embarcação atuneira, abaixo classificada como “ocidental voltada para a produção de peixe fresco”, no período de 16 de novembro a 4 de dezembro de 2004. Foram utilizadas, também, informações constantes nos

mapas de bordo das embarcações arrendadas, além dos relatórios apresentados pelos observadores de bordo.

Os mapas de bordo contêm informações sobre captura, esforço e área dos lances de pesca, sendo seu preenchimento pelas embarcações de pesca industriais obrigatório por lei federal. Já os relatórios dos observadores de bordo, além de objetivarem o acompanhamento detalhado das operações de pesca das embarcações arrendadas, visam a facilitar a transferência da tecnologia empregada pelas mesmas para a frota nacional.

A frota atuneira arrendada pelo Brasil sediada em Recife (PE), Cabedelo (PB) e Natal (RN) é constituída atualmente por 27 embarcações, as quais podem ser classificadas em três categorias gerais: embarcações ocidentais voltadas para a produção de peixe fresco, ocidentais de maior autonomia e embarcações chinesas. As embarcações ocidentais são majoritariamente espanholas.

#### **4.1. Embarcações ocidentais voltadas para a produção de peixe fresco**

Essas embarcações apresentam entre 20 e 30 m de comprimento total do casco, geralmente 12 tripulantes e realizam cruzeiros de pesca com duração de 15 a 25 dias, embora tenham capacidade de uma maior autonomia. A curta duração de pesca explica-se pelo alvo da produção se constituir das albacoras laje e bandolim, além do espadarte, destinados ao mercado de peixe fresco, razão pela qual o pescado tem que ser conservado em gelo.

Operam com espinhel pelágico de monofilamento, com 5 a 6 linhas secundárias por samburá, sendo a linha principal de PA monofilamento (3,6mm  $\phi$ ) acondicionada em um tambor hidráulico (Figura 1).



Figura 1. Guincho horizontal hidráulico utilizado da armazenagem, bem como nas operações de lançamento e recolhimento da linha principal de monofilamento do espinhel pelágico do B.P. Julius.

As linhas secundárias de monofilamento são geralmente constituídas por buran e sekyama. O buran é constituído de um *snap* de aço conectado a um destocedor, por sua vez conectado a um cabo de monofilamento PA 2mm, com 11 a 16,5 m de comprimento. O sekyama é constituído de um cabo revestido de multifilamento ou estropo de aço, com cerca de 70 cm de comprimento, os quais são conectados a um cabo PA monofilamento de 2mm com 3,5m de comprimento e, por fim, um anzol 8, 9 ou 10/0. Como isca, são utilizadas lulas e/ou cavalinhas. Antes de serem iscadas, as lulas podem ser tingidas com corante, com a intenção de torná-las mais atrativas. Atratores luminosos eletrônicos (*electralume*) ou químicos (*lightstick*) também são comumente utilizados.

A linha principal, armazenada no tambor giratório, geralmente presente na popa da embarcação, passa por um sistema de polias e tubos que levam a extremidade da linha à proa da embarcação, onde fica amarrada (Figura 2). No início do lançamento, essa extremidade é desconectada e acoplada à máquina de lançamento.

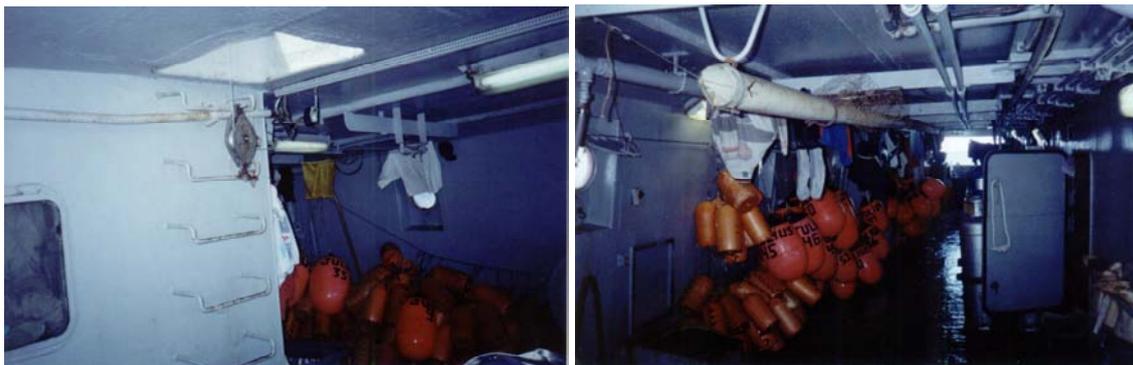


Figura 2. Algumas polias e tubulações por onde passa a linha principal nas operações de pesca.

#### 4.1.1. Lançamento

O lançamento (Figura 3) inicia-se por volta das 14:30 h na popa da embarcação, a favor da corrente e com o tambor livre. A operação principia com o lançamento da primeira bóia-rádio (Figura 4), unida à extremidade terminal da linha principal. Em seguida, outro pescador, situado na popa da embarcação, inicia o lançamento das bóias balão e bala, cujos cabos ficam armazenados em um carretel giratório manual (Figura 5). Ao seu lado, dois indivíduos iscam as lulas e os *light-sticks* nas linhas secundárias (Figura 6), devidamente armazenadas em caixas (Figuras 7 e 8).

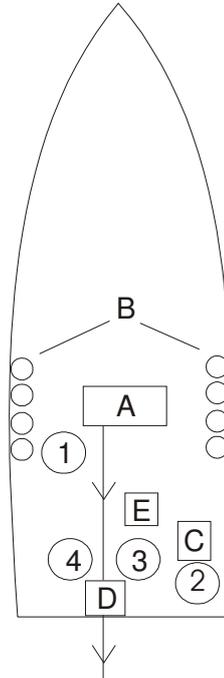


Figura 3. Operação de lançamento do espindel realizado por embarcações ocidentais arrendadas sediadas no Nordeste do Brasil. Os pescadores são representados em círculos numerados. A é o guincho horizontal hidráulico contendo a linha principal de monofilamento. B são as bóias radio dispostas na embarcação. C é um carretel manual no qual se acondicionam os cabos de bóia. D é uma espécie de mesa onde são colocadas as iscas e os atratores luminosos que serão lançados. E é a caixa contendo as linhas secundárias.



Figura 4. Disposição e lançamento das bóias-radio.



Figura 5. Carretel manual de armazenagem dos cabos de bóia.



Figura 6. Colocação de iscas (lulas) e atratores luminosos (*lightsticks*) nas linhas secundárias durante o lançamento do espinel.



Figura 7. Disposição das linhas secundárias armazenadas.



Figura 8. Lançamento de linhas secundarias, já devidamente iscadas.

Em intervalos regulares, cada 17 s, um apito emitido pelo programador da linha principal localizado na cabine, indica o momento de se conectar a linha secundária (já iscada) à principal, por meio de um *snap*. A cada 5-6 linhas secundárias é lançada uma bóia bala, perfazendo um samburá. Geralmente, a cada 6 bóias bala (ou seja, 6 samburás) é lançada uma bóia balão. Oito bóias-rádio são distribuídas em intervalos regulares ao longo do espinhel, iniciando e finalizando o lançamento do mesmo (uma em cada extremidade, com as demais regularmente distribuídas). Tanto o número de linhas secundárias, quanto a distância entre as mesmas pode variar, caso deseje-se que o aparelho de pesca atue em menores ou maiores profundidades.

#### 4.1.2. Recolhimento

O recolhimento (Figura 9) inicia-se às 04:30 h e ocorre sempre contra-corrente, com a localização da última bóia-rádio lançada, através do radiogoniômetro. A mesma é puxada para próximo da embarcação depois de alcançada com a utilização de uma garatéia (Figura 10). A bóia rádio é, então,

desconectada da linha principal e conectada a um cabo auxiliar, também munido de *snap*, para facilitar o seu embarque (Figura 11).

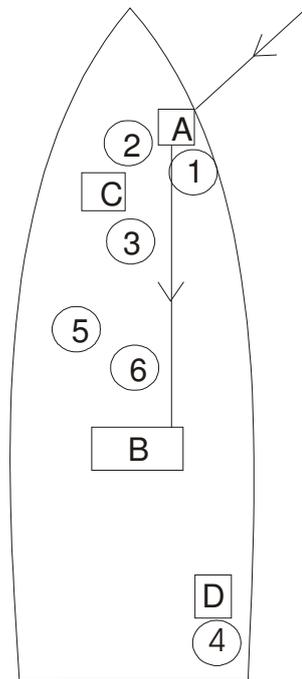


Figura 9. Operação de recolhimento do espinhel realizado por embarcações ocidentais arrendadas sediadas no Nordeste do Brasil. Os pescadores são representados em círculos numerados. A é a primeira polia por onde passa a linha principal. B é o guincho horizontal hidráulico. C é a caixa de acondicionamento das linhas secundárias. D é um carretel manual no qual se acondicionam os cabos de bóia.



Figura 10. Garatêa utilizada para alcançar a primeira bóia-radio no início do recolhimento



Figura 11. *Snaps* "cruzados" afim de livrar a linha principal facilitando o recolhimento.

A extremidade da linha principal é novamente conectada antes da primeira polia, passando em seguida pela tubulação e demais polias, até chegar ao guincho onde será novamente armazenada (Figura 12).



Figura 12. Extremidade da linha principal sendo conectada ao cabo do guincho para o seu recolhimento.

Junto ao contra-mestre, situam-se mais dois pescadores. Enquanto o contra-mestre controla a movimentação do guincho com a mão esquerda (alavanca) (Figura 13), pela mão direita, posicionada antes de uma polia externa (Figura 14), controla a linha principal, aguardando a chegada dos *snaps* das linhas secundárias. Ao mesmo

tempo, outro pescador armazena as bóias bala e balão, bem como seus cabos no carretel manual.



Figura 13. Alavanca que controla o guincho no recolhimento da linha principal.



Figura 14. Polia externa ou primeira polia por onde passa a linha principal durante a operação de recolhimento.

Se sentir a linha “leve”, indicando ausência de captura, o pescador desconecta o *snap* e o passa por trás de si para um dos outros dois indivíduos ao seu lado, que recolherão a linha secundária, armazenando a mesma ordenadamente na caixa (Figura 15).



Figura 15. Recolhimento de uma linha secundária.

Se, por outro lado, a linha estiver “pesada”, o movimento do guincho é interrompido ou desacelerado. O *snap* da linha secundária é então desconectado da linha principal e conectado a um cabo multifilamento de apoio ao recolhimento, presente em um engradado abaixo da alavanca (Figura 16), com o intuito de livrar a linha principal e facilitar o embarque do peixe. Nesse caso, imediatamente os dois tripulantes recolhem essa linha secundária, puxando o peixe para perto da embarcação.



Figura 16. Cabo (multifilamento) auxiliar de recolhimento, o qual livra a linha principal no embarque de grandes pelágicos a bordo.

Em se tratando de um teleósteo, um outro pescador aproxima-se do porta-ló munido de um “bicheiro”. O peixe é então “embicheirado”, trazido a bordo e tratado imediatamente, retirando-se o anzol, de forma a permitir a pronta armazenagem da linha secundária, caso ainda esteja a mesma em bom estado.

Se o peixe capturado, contudo, for um tubarão, o pescador se aproximará do porta-ló com uma grande tesoura com ganchos, utilizando a mesma para prender o animal preferencialmente pelas fendas branquiais, içando-o, em seguida a bordo (Figura 17). Neste momento, um outro pescador aproxima-se rapidamente cortando a cabeça do tubarão, de forma a reduzir o risco de acidentes.



Figura 17. Embarque de um tubarão azul (*Prionace glauca*) a bordo, utilizando-se uma grande tesoura com ganchos.

#### 4.1.3. Processamento a bordo

Todos os peixes capturados são eviscerados no próprio convés da embarcação, assim que retirados da água, sendo etiquetados com diferentes combinações de cores, conforme o dia de pesca, se embarcado vivo ou morto e se será destinado ao mercado interno ou para exportação.

As albacoras que chegam a bordo vivas são seguradas por dois tripulantes. Enquanto um deles imobiliza o animal com a parte interior das pernas, segurando-o pelas nadadeiras anais, o outro enfia uma estaca de aço no interior do crânio (Figura 18). Nesse momento, naturalmente, o mesmo se debate rapidamente, morrendo em uma fração de segundos, sendo imediatamente sangrado (Figura 19), eviscerado e descabeçado



Figura 18. Abate de atum a bordo.

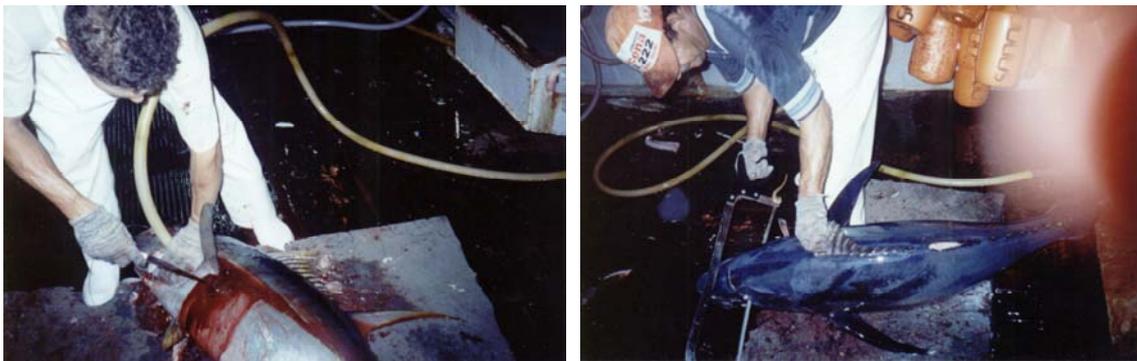


Figura 19. Sangramento e descabeçamento de atum.

As albacoras para exportação e espadartes depois de tratados e lavados são embalados em plástico ou tecido de algodão e depois armazenados em gelo (Figura 20), em até quatro camadas de pescado fresco/ gelo.



Figura 20. Armazenagem de uma peça de espadarte tipo exportação.

As albacoras branca e dourados são apenas eviscerados, sendo armazenados inteiros.

Os tubarões são sangrados, eviscerados e descabeçados, aproveitando-se o charuto e as barbatanas, os quais podem tanto ser acondicionados nas urnas de estocagem como dispostas ao sol, para secarem.

#### **4.2. Embarcações ocidentais de maior autonomia**

As embarcações ocidentais, de maior autonomia, apresentam 27 a 50m de comprimento total do casco, 12 a 19 tripulantes fixos, permanecendo no mar entre 60 a 100 dias de autonomia.

Tanto a tecnologia quanto as operações de pesca são basicamente as mesmas das já descritas para as demais embarcações ocidentais voltadas para a produção de peixe fresco, por vezes, com pequenas diferenças como, por exemplo, na configuração da linha secundária e estropo. Algumas embarcações utilizam linha principal PP multifilamento com 4,5 mm  $\phi$ , a qual é acondicionada em 2 caixões com

uma divisão no meio, formando quatro compartimentos. A linha secundária, nesse caso, é composta de um cabo de 1,8m de PP multifilamento, a qual possui alças conectadas à linha principal. A segunda parte é constituída por *snap*, para conectá-lo à primeira parte da linha secundária, e mais um cabo de PP multifilamento, com aproximadamente 7m e finalmente, um anzol.

### **4.3. Embarcações chinesas**

As embarcações chinesas apresentam comprimento total do casco variando de 26 a 37,5m e cerca de 30 dias de autonomia. O aparelho de pesca utilizado é o espinhel de monofilamento, com 6 anzóis por samburá. Cada samburá possui cerca de 170 m de distância linear entre bóias, totalizando 67 km de extensão, ou 36 milhas náuticas (SARMENTO, 2005). Conjuntos de dez samburás, formado apenas pelas seções de linha principal e amarrações, são acondicionados em sacos de lona.

A linha principal é composta por várias seções de monofilamento PA (3 mm de diâmetro e 40 m de comprimento), conectadas entre si por amarrações em *nylon* multifilamento verde, de 9 mm de diâmetro. Tais amarrações, em forma de T, possuem duas alças nas extremidades superiores, nas quais são conectadas as seções de linha principal. A outra extremidade do T é confeccionada com cabo multifilamento, com 4mm de diâmetro e 1,20m de comprimento, em cuja extremidade são fixados um destorcedor com chumbo, de 85g, e um *snap* de 100mm, onde é presa a linha secundária ou o cabo de bóia, durante o lançamento do espinhel. As linhas secundárias são confeccionadas em cabo de monofilamento PA, de 3mm de diâmetro e 20 m de comprimento, acondicionadas em cestos plásticos.

### 4.3.1. Lançamento

O lançamento inicia-se entre 05:00 h e 07:30 h, pela popa, com duração média de 8 h. A operação é feita sem a utilização de nenhum aparelho, ocorrendo de forma manual, de acordo com a velocidade da embarcação (aproximadamente 6 nós), a favor da corrente e envolvendo 6 pescadores que se revezam:

- O pescador 1 conduz a linha principal e lança as bóias;
- O pescador 2 é responsável por iscar e lançar a linha secundária ao mar, após sua fixação à linha principal, realizada pelo pescador 3.
- Um 4º pescador auxilia o pescador 1 a conectar as bóias ao cabo de bóia e este à linha principal.
- Os outros auxiliam na troca dos sacos que contêm a linha principal, além de realizarem a reposição de iscas (Figura 21).

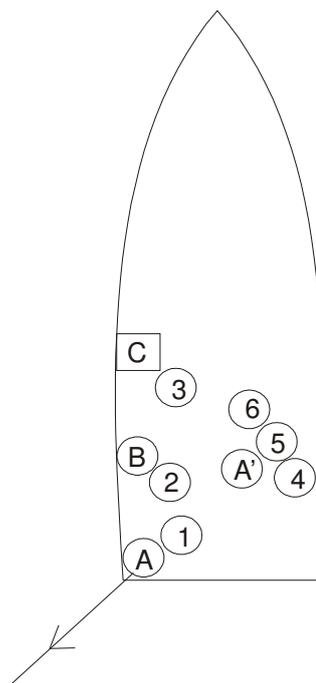


Figura 21. Operação de lançamento do espindel realizado por embarcações chinesas arredadas sediadas no Nordeste do Brasil. Os pescadores são representados em círculos numerados. A é o saco contendo uma parte da linha principal. B é o cesto contendo as extremidades das linhas secundárias. C são as iscas

As iscas utilizadas pelas embarcações chinesas são a cavalinha *Scomber japonicus*, originária do sul do Brasil, além do *milk fish Chanos chanos*, da Indonésia, sendo utilizados aproximadamente 70 kg/lance (SARMENTO, 2005).

#### **4.3.2. Recolhimento**

O recolhimento ocorre por volta das 17:00 h, com duração de aproximadamente 12 horas, a depender da produção, envolvendo todos os 12 pescadores:

- O pescador 1 controla a máquina de recolhimento;
- O 2º desconecta os cabos de bóia e as linhas secundárias;
- Os pescadores 3, 4 e 5 arrumam as mesmas em cestos plásticos;
- Um 6º pescador acondiciona a linha principal, desconectando as bóias e transportando-as, em grupos de 20, para a popa da embarcação, ajudado pelo pescador 7;
- Os pescadores 8 e 9 são responsáveis pelo transporte dos sacos de lona contendo a linha principal e conexões;
- Os demais pescadores (10, 11 e 12), em caso de captura, recebem a linha secundária do pescador 2 e realizam o recolhimento e manejo pós-captura dos peixes, além de possíveis reparos das linhas (Figura 22).

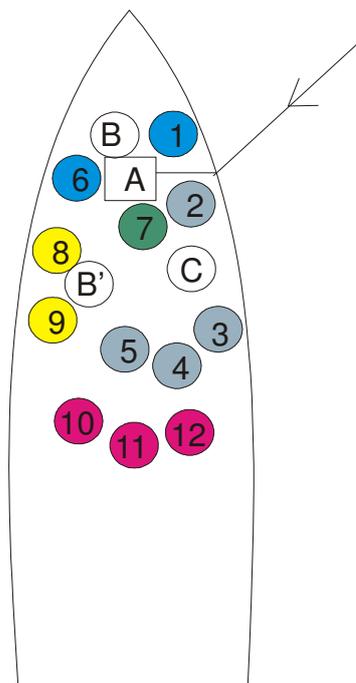


Figura 22. Operação de recolhimento do espinhel realizada por embarcações chinesas arrendadas, sediadas no Nordeste do Brasil.

Os pescadores são representados em círculos numerados. Os pescadores envolvidos no recolhimento da linha principal estão em azul. Em cinza, os envolvidos no recolhimento das linhas secundárias. Em verde, o pescador responsável pelo recolhimento das bóias. Em amarelo, os pescadores que fazem a reposição de sacos para armazenagem do petrecho. Em vermelho, os pescadores que realizam o processamento do pescado a bordo.

A é a máquina de recolhimento da linha principal. B é o saco no qual se armazena a linha principal. C são cestos contendo as extremidades das linhas secundárias.

#### 4.3.3. Processamento do pescado a bordo

O manejo pós-captura envolve inicialmente a aplicação de um choque elétrico de 220 V antes do embarque, quando da captura de peixes de maior porte ou que apresentem maior agressividade, por meio de uma argola de metal, lançada através da linha secundária. Já a bordo da embarcação, o peixe, ainda vivo, recebe um golpe na cabeça com um bastão de madeira, eliminando qualquer tipo de reação.

As albacoras laje e bandolim são evisceradas rapidamente para não comprometer a qualidade da carne, removendo-se as brânquias e vísceras através de um corte na cavidade opercular. Em seguida, as albacoras são lavadas,

amarrando-se a boca das mesmas para que os seus dentes não danifiquem as demais, quando do seu acondicionamento nas urnas uma alça de monofilamento é também fixada ao pedúnculo caudal, no intuito de facilitar a retirada dos peixes no desembarque. Nas urnas, as albacoras laje e bandolim são conservadas resfriadas por meio de imersão em uma solução de salmoura refrigerada (água do mar), mantida a  $-1,3^{\circ}\text{C}$  (Figura 23).

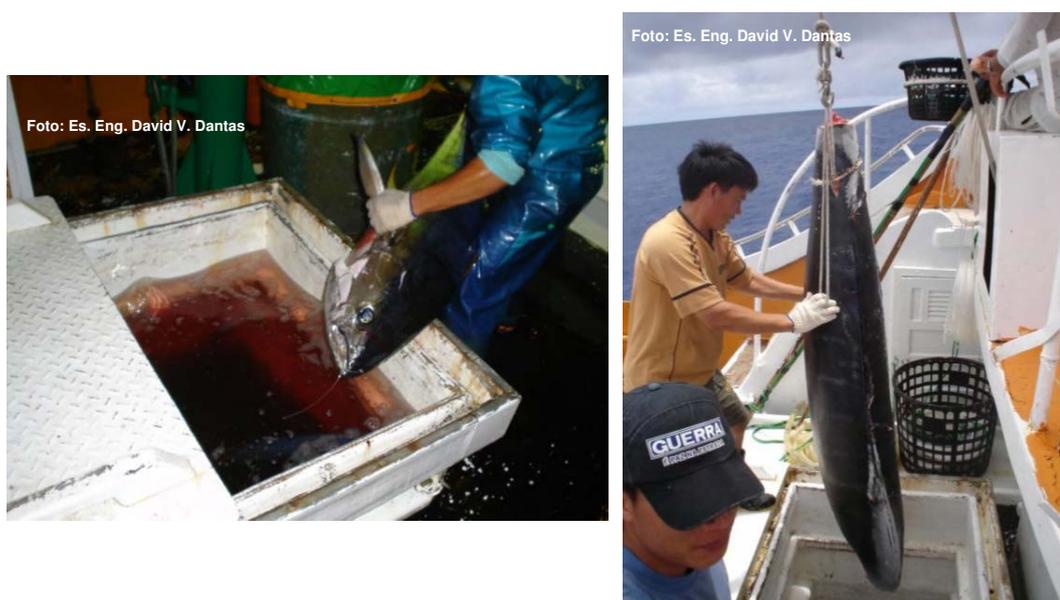


Figura 23. Método de armazenamento de peixe fresco utilizado pelas embarcações chinesas arrendadas no Nordeste do Brasil.  
Fotos: Es. Eng David V. Dantas

A aplicação do choque elétrico no recolhimento e o tipo de armazenagem (em salmoura) são duas das principais diferenças observadas entre as operações de pesca realizadas por embarcações arrendadas orientais e ocidentais.

Já as albacoras brancas não são evisceradas, tendo apenas as suas nadadeiras peitorais e caudal cortadas. Em seguida, são acondicionadas no túnel de congelamento a  $-40^{\circ}\text{C}$ , transferindo-se as mesmas após dois dias, para a urna de estocagem, a  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Os espadartes e agulhões, por sua vez, têm, inicialmente, suas nadadeiras retiradas, seccionando-se, em seguida, a cabeça. Com um corte na região ventral,

são retiradas as vísceras, procedendo-se, posteriormente, a lavagem e escovação. A mandíbula superior dos espadartes são também, retiradas para serem vendidas. Já na forma de charuto, fixa-se uma alça de monofilamento no pedúnculo caudal dos mesmos, de forma a facilitar o seu transporte e manuseio em túnel de congelamento. Da mesma forma que a albacora branca, os espadartes e agulhões são congelados a  $-40^{\circ}\text{C}$ , sendo, após 2, dias transferidos para a urna de estocagem.

Os demais teleósteos têm sua evisceração iniciada com a retirada das nadadeiras, removendo-se, em seguida, por meio de um corte na cavidade opercular, as guelras e as vísceras. Assim como nos demais peixes, é fixada uma alça de monofilamento no pedúnculo, direcionando-se os mesmos ao túnel de congelamento e posteriormente à urna de estocagem. Pequenos tunídeos e dourados não são eviscerados, sendo congelados inteiros.

Os tubarões têm sua cabeça e nadadeiras retiradas imediatamente após o embarque. Após a retirada da cabeça, um fio de monofilamento é introduzido na coluna vertebral, através do orifício medular, danificando a medula espinhal para que o tubarão cesse qualquer movimento. Com um corte na região ventral, o mesmo é eviscerado, fixando-se, em seguida, a alça de monofilamento ao pedúnculo caudal. Os charutos são então transportados para o túnel de congelamento e, posteriormente, para as urnas de estocagem. As barbatanas são amarradas por espécie e acondicionadas na câmara de congelamento.

<b>5. ARTIGOS CIENTÍFICOS</b>
-------------------------------

1

Artigo I – Distribuição, abundância relativa e influência das variáveis ambientais na captura do agulhão branco <i>Tetrapturus albidus</i> Poey, 1860 .....	47
Introdução .....	49
Material e Métodos .....	49
Resultados .....	51
Discussão .....	62
Referências Bibliográficas .....	68

Artigo II – Índices padronizados de captura por unidade de esforço do agulhão branco <i>Tetrapturus albidus</i> Poey 1860 capturado pela frota comercial espinheleira brasileira .....	71
Introdução .....	73
Material e Métodos .....	74
Resultados .....	77
Discussão .....	80
Referências Bibliográficas .....	82

Artigo III – Biologia reprodutiva do agulhão branco <i>Tetrapturus albidus</i> Poey 1860 capturado pela frota espinheleira comercial sediada no Nordeste do Brasil .....	87
Introdução .....	89
Material e Métodos .....	90
Resultados .....	93
Discussão .....	102
Referências Bibliográficas .....	107

2

3

4

5

6

1 DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA RELATIVA E INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS  
2 AMBIENTAIS NA CAPTURA DO AGULHÃO BRANCO *Tetrapturus albidus* POEY, 1860.

3  
4  
5  
6 DISTRIBUTION, RELATIVE ABUNDANCE AND ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON  
7 THE WHITE MARLIN *Tetrapturus albidus* POEY 1860 CATCHES.

8  
9  
10  
11  
12 Igor da Mata OLIVEIRA<sup>1</sup>, Humberto G. HAZIN<sup>2</sup>, Fábio H. HAZIN<sup>3</sup>, Paulo TRAVASSOS<sup>4</sup>

13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26 <sup>1</sup> Bolsista CAPES, Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura - UFRPE

27 <sup>2</sup> Bolsista CNPq, Universidade do Algarve, Portugal - UALG

28 <sup>3</sup> Laboratório de Oceanografia Pesqueira, LOP - UFRPE

29 <sup>4</sup> Laboratório de Ecologia Marinha, LEMAR - UFRPE

30  
31 \* Endereço do autor: Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Departamento de Pesca e  
32 Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

33 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife -PE, Brasil. CEP: 52171-900

34 Tel./Fax: 81-3320-6512; E-mail: igordamata@ig.com.br

## RESUMO

O padrão de distribuição e abundância relativa do agulhão branco *Tetrapturus albidus*, bem como a influência de variáveis ambientais sobre o mesmo, foram analisados através de modelos aditivos generalizados (GAM), com a CPUE como variável dependente. Foram utilizados dados da frota espinheleira comercial brasileira, no período de 1980 a 2004. A área de pesca foi dividida em 3 sub-áreas, de acordo com o resultado da influência da latitude na captura do agulhão branco no modelo geral. Todas as variáveis analisadas foram significativas para os modelos desenvolvidos, sugerindo uma alta correlação da captura de *T. albidus* com as mesmas. Os fatores de maior influência na pesca do agulhão branco foram ano, temperatura, latitude e profundidade do local de pesca. O agulhão branco apresentou maior abundância na faixa de 5°N a 10°S entre o final do 2° e início do 3° trimestres; de 10°S a 25°S durante o 4° trimestre; e ao sul de 25°S no final do 1° e início do 2° trimestre, confirmando a realização de uma migração no sentido norte-sul ao longo da costa brasileira do terceiro para o primeiro trimestre do ano. Os dados indicam, também, que o agulhão branco acompanha, preferencialmente a faixa de temperatura entre 24°C e 28°C, concentrando-se em áreas de descontinuidades topográficas ou na interface de massas d'água as quais estão provavelmente associados a fenômenos de enriquecimento. Na região equatorial, onde tais fenômenos são raros, a profundidade da camada de mistura parece ter sido também um fator de grande influência nas capturas.

Palavras-chave: agulhão branco, distribuição, variáveis ambientais, GAM.

## ABSTRACT

The distribution and relative abundance of the white marlin *Tetrapturus albidus*, including the influence of environmental factors, were analyzed by means of Generalized Additive Models (GAM), with the Catch Per Unit of Effort (CPUE) as the dependent variable. Data from the Brazilian commercial tuna longline fishery, from 1980 to 2004, were used for the analysis. The fishing area was divided into 3 sub-areas, according to the influence of latitude on the catch rate. All variables considered were significant, suggesting a strong correlation with white marlin catches. The factors with the strongest influence on CPUE were year, seawater temperature, latitude and depth of fishing ground. From 5°N to 10°S, the white marlin was more abundant from the end of the second quarter to the beginning of the third; from 10°S to 25°S, during the fourth quarter; and, to the south of 25°S, at the end of the first quarter and beginning of the second. These data seem to support the hypothesis of a seasonal southward migration of the white marlin along the Brazilian coast, from the third to the first quarter of the year. They also indicate a thermal preference for the species between 24° to 28°C, with a trend to aggregate in areas of topographic discontinuities or water masses interface, which are probably associated with phenomena of nutrient enrichment. In the equatorial region, nevertheless, where these phenomena are rare, the depth of the mixed layer also seems to have an important influence on the CPUE.

Key-words: white marlin, distribution, environmental factors, GAM.

## 1. INTRODUÇÃO

O padrão de distribuição e o comportamento dos peixes pelágicos são fortemente influenciados pelos diversos fatores bióticos e abióticos do sistema em que vivem, os quais não atuam isoladamente, gerando um complexo sistema de inter-relações (NIKOLSKY, 1963). Os fatores físico-químicos e biológicos que afetam a distribuição de peixes são diversos. A temperatura da água do mar, por exemplo, determina a taxa de processos metabólicos, influenciando decisivamente as migrações reprodutivas e tróficas, sendo tal influência particularmente marcante nos grandes peixes pelágicos, migradores de longa distância.

Marcadas variações temporais nas condições físicas e químicas do ambiente marinho acompanham a periodicidade dos movimentos gravitacionais da Terra, principalmente dia e noite e estações do ano (HAZIN, 1993). A inclusão de variáveis espaciais e temporais nas análises de séries de CPUE possibilita inferir sobre a influência das mesmas nos movimentos migratórios regulares, bem como sobre o padrão de distribuição e abundância apresentado pela espécie (BRILL *et al.*, 1998). Entretanto, dados ambientais associados a estatística de captura são, geralmente, limitados, especialmente para grandes peixes migradores (SHARP, 1978 apud BRILL E LUTCAVAGE, 2001). No intuito de contribuir para a superação desta dificuldade, neste capítulo são aplicados modelos aditivos generalizados (GAM) para analisar a influência relativa de fatores espaciais (área, latitude, longitude, profundidade do local de lançamento do espinhel), temporais (ano e mês) e ambientais (temperatura da superfície do mar, anomalia da temperatura da superfície do mar, anomalia da altura da superfície do mar, profundidade da camada de mistura e componentes zonal e meridional dos ventos) na CPUE do agulhão branco *Tetrapturus albidus* capturado pela frota comercial espinheleira brasileira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram analisados os dados de captura provenientes da frota espinheleira brasileira (nacional e arrendada), a qual operou em todo o Atlântico Sul, no período compreendido entre 1980 e 2004 (25 anos). As informações referentes às operações de pesca, como área de atuação, esforço e captura mensal e anual, foram obtidas a partir dos mapas de bordo de cada viagem. Como índice de abundância relativa foi utilizada a CPUE

1 (captura por unidade de esforço), em número de indivíduos por 100 anzóis.

2 As variáveis espaciais e temporais como ano, mês, latitude e longitude foram obtidas  
3 através dos diários de bordo. A profundidade do local de lançamento do espinhel (BAT) foi  
4 obtida do National Geophysical Data Center (ETOPO5- Earth Topography 5min). As  
5 variáveis ambientais: temperatura da superfície do mar, profundidade da camada de  
6 mistura, anomalia da temperatura da superfície do mar, anomalia da altura da superfície do  
7 mar e componentes zonal e meridional dos ventos foram obtidas do Physical Oceanography  
8 Distributed Active Archive Center do Jet Propulsion Laboratory/NASA, Geophysical Fluid  
9 Dynamics Lab/ocean data IRI/ARCS/Ocean assimilation e do Centre ERS d'Arquivage et  
10 de Traitement (CERSAT) do IFREMER. Todas as variáveis foram obtidas por ano, mês,  
11 latitude e longitude, em uma resolução de 0,5°x 0,5° sendo, em seguida, agrupadas em  
12 quadrantes de 1°x 1° em valores médios, de forma que pudessem ser adicionadas ao banco  
13 de dados.

14 As variáveis relacionadas às anomalias foram incluídas no intuito de relacionar a  
15 distribuição da espécie com áreas de frentes oceânicas.

16 A influência de fatores espaciais, temporais e ambientais na CPUE do agulhão branco  
17 foi avaliada através da aplicação de modelos aditivos generalizados (GAM). Os efeitos não  
18 lineares dos modelos foram ajustados pela função suavizadora "spline". Dessa forma, a  
19 formulação do GAM usada no presente trabalho é expressa da seguinte maneira:

20

21  $\text{LnCPUE} = \alpha + s(\text{latitude}) + s(\text{longitude}) + s(\text{ano}) + s(\text{mês}) + s(\text{profundidade}) +$   
22  $s(\text{temperatura}) + s(\text{profundidade da camada de mistura}) + s(\text{anomalia } T^\circ) + s(\text{anomalia}$   
23  $\text{da altura do mar}) + s(\text{componente zonal dos ventos}) + s(\text{componente meridional dos}$   
24  $\text{ventos}) + e$

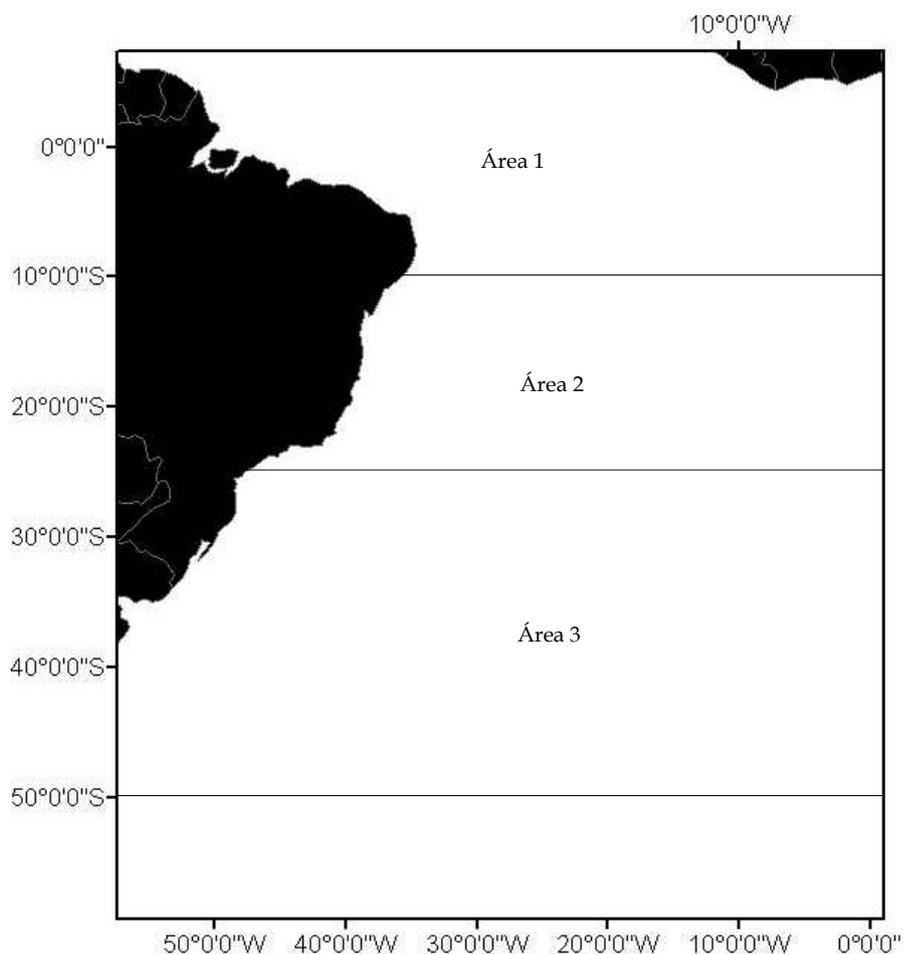
25 onde, "α" é a média ou distribuição e "e" é o erro aleatório adicionado ao modelo.

26

27 Para a seleção das variáveis exploratórias relevantes ao modelo, foi utilizado o  
28 Critério Informativo de Akaike - AIC (AKAIKE, 1974). O teste não-paramétrico Qui-  
29 quadrado foi usado para se verificar a significância de cada variável adicionada ao modelo.  
30 A distribuição dos resíduos e as correlações entre resíduos e valores ajustados foram  
31 analisadas para verificar se as hipóteses de distribuição são aceitáveis. O ajuste final foi  
32 analisado em termos do pseudo-coeficiente de determinação (pseudo-r<sup>2</sup>), definido como a  
33 fração da variância total explicada pelo modelo, e da variância residual (MAURY et al.,  
34 2001), ou seja, a fração da variação residual pela variação nula. Os gráficos de resíduos

1 parciais foram utilizados para avaliar o efeito relativo das variáveis explicativas sobre a  
2 variável dependente CPUE.

3 Diversos autores relatam que a abundância do *T. albidus* varia ao longo da costa  
4 brasileira (ARFELLI et al., 1986; HAZIN, 1993; SOUZA et al., 1994; ANTERO-SILVA et al.,  
5 1994). A área de pesca foi, portanto, dividida em 3 sub-áreas, de acordo com o resultado  
6 obtido da influência da latitude na captura do agulhão branco no modelo geral (Figura 1).  
7 Todas as variáveis (exceto ano) foram testadas com o mesmo processo adotado para o  
8 modelo geral.



9  
10 Figura 1. Área de estudo, dividida em 3 sub-áreas pelo efeito da variável latitude sobre as  
11 capturas de *T. albidus* realizadas pela frota espinheleira brasileira de 1980 a 2004.  
12

13

### 14 3. RESULTADOS

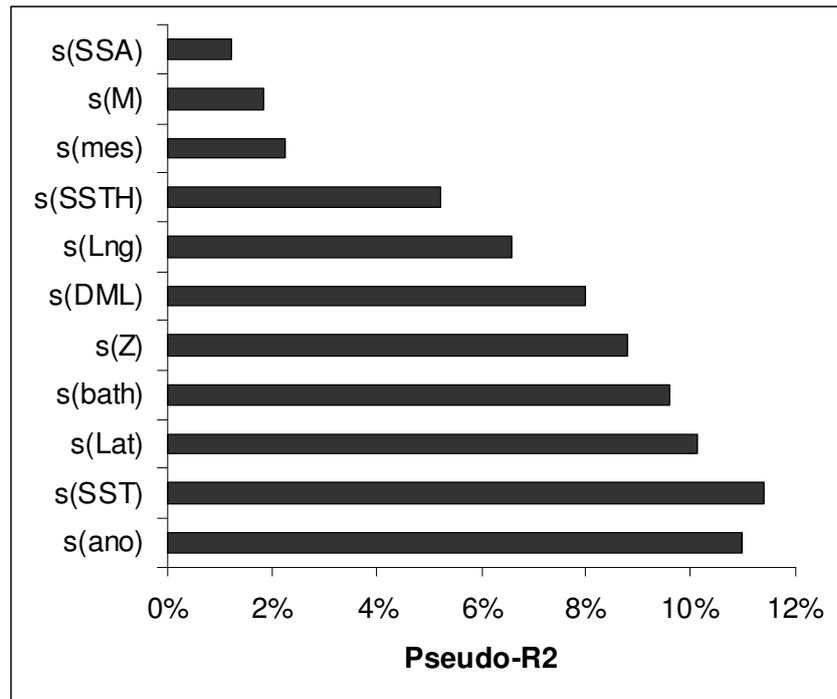
15

16 Todas as variáveis analisadas foram significativas aos modelos desenvolvidos pelo  
17 GAM, sugerindo correlação da captura de *T. albidus* com as mesmas. Entre as áreas também  
18 não houve redução das variáveis envolvidas. As variáveis explicaram 11% do modelo geral

1 final (Figura 2), 7% do modelo obtido para a área 1, 21% para a área 2 e 29% para a área 3  
 2 (Tabela 1).

3 No modelo geral, os principais fatores de influência na pesca do agulhão branco  
 4 foram ano (11% da variância explicada), temperatura (11%), latitude (10%) e profundidade  
 5 do local de pesca (10%) (Figura 2 e Tabela 2).

6



7

8 Figura 2. Contribuição de cada variável adicionada ao modelo geral na variância explicada  
 9 (Pseudo-r<sup>2</sup>), onde: SSA- anomalia da temperatura da superfície do mar; M-  
 10 componente meridional dos ventos; mês- Mês; SSTH- anomalia da altura da  
 11 superfície do mar; Lng- longitude; DML- profundidade da camada de mistura; Z-  
 12 componente zonal dos ventos; bath- profundidade do local de pesca; Lat- latitude;  
 13 SST- temperatura da superfície do mar.

14

15 Tabela 1. Variação residual, variação nula, dispersão e variância explicada (Pseudo-r<sup>2</sup>) do  
 16 conjunto de variáveis incluídas aos modelos por área.

Modelos	variação residual	variação nula	dispersão	Pseudo r <sup>2</sup>
Área 1	5524.939	5951.377	0.93	7%
Área 2	1348.899	1714.993	0.79	21%
Área 3	2193.248	3108.113	0.71	29%

17

18

19

20

1 Tabela 2. Parâmetros estatísticos utilizados para quantificar a influência de variáveis  
 2 espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do agulhão branco pela frota  
 3 espinheleira comercial brasileira no modelo geral.

	Df	Npar Df	Npar $\chi^2$	P( $\chi^2$ )	Variação residual
s(ano)	1	3	142.2788	0.0000	9206.574
s(SST)	1	3	99.2164	0.0000	9633.053
s(Lat)	1	3	34.7995	0.0000	9772.561
s(bath)	1	3	31.331	0.0000	9829.827
s(Z)	1	3	24.2741	0.0000	9916.822
s(DML)	1	3	23.7955	0.0000	10004.24
s(Lng)	1	3	18.5203	0.0003	10157.79
s(SSTH)	1	3	16.7379	0.0008	10304.46
s(mes)	1	3	14.5927	0.0022	10628.6
s(M)	1	3	12.8709	0.0048	10674.73
s(SSA)	1	3	9.3964	0.0238	10740.06

4 onde:

5 **parâmetros:** Df- grau de liberdade; Npar Df- graus de liberdade para testes não-  
 6 paramétricos; Npar  $\chi^2$  - teste não-paramétrico de Qui-quadrado; p( $\chi^2$ ) - valores de  
 7 significância do teste qui-quadrado.

8 **variáveis:** DML- profundidade da camada de mistura (m); SST é a temperatura da superfície  
 9 do mar (°C); SSTH é a anomalia da altura da superfície do mar (mm); bath é a profundidade  
 10 do local de pesca; Z é a componente zonal dos ventos; Lng é a longitude (°); Lat é a  
 11 latitude(°); SSA é a anomalia da temperatura da água do mar (°C); mes é o Mês e M é a  
 12 componente meridional dos ventos.

13

14 O modelo final para as áreas foi obtido da seguinte forma:

15  $\ln(\text{CPUE } a1, a2 \text{ e } a3) = \alpha + s(\text{ano}) + s(\text{mês}) + s(\text{latitude}) + s(\text{longitude}) + s(\text{profundidade}) +$   
 16  $s(\text{temperatura}) + s(\text{profundidade da camada de mistura}) + s(\text{anomalia } T^\circ) + s(\text{anomalia}$   
 17  $\text{da altura do mar}) + s(\text{componente zonal dos ventos}) + s(\text{componente meridional dos}$   
 18  $\text{ventos}) + e$

19

### 20 3.1. Modelo geral

21 A figura 3 mostra as relações entre os resíduos parciais obtidos para os fatores e os  
 22 índices de abundância relativa, para o modelo geral. O efeito da variável latitude sobre a  
 23 captura do agulhão branco apresentou um efeito positivo nos lançamentos realizados nos  
 24 extremos norte e sul da área de pesca, com menores valores em torno de 20°S. Já a variável  
 25 longitude indica um acréscimo na direção oeste, aproximando-se da costa sul-americana. A  
 26 variável mês respondeu por apenas 2% da variância explicada. No entanto, o seu efeito sobre  
 27 a captura do agulhão branco exibiu uma clara variação, apresentando efeito positivo nos  
 28 meses 5 a 8 e 12, com maiores valores ocorrendo nos meses 6 e 7. A profundidade do local de  
 29 pesca apresentou um efeito positivo quando as capturas ocorreram próximas ao talude, em

1 profundidades inferiores a 1000m, e em águas profundas, entre 4000 e 4500m. O efeito da  
 2 temperatura da superfície do mar sobre as capturas de agulhão branco mostrou-se positivo  
 3 na faixa compreendida entre 24° e 30°C. A anomalia da temperatura da superfície do mar foi  
 4 a variável de menor influência sobre a captura do agulhão branco no modelo geral (1% da  
 5 variância explicada). Mesmo assim, observou-se que o efeito da mesma sobre a captura do  
 6 agulhão branco mostrou-se positivo entre 0° e -1,5°C (anomalias frias), assim como nas  
 7 anomalias positivas (quentes) de maneira bastante constante até quase 2°C. O efeito da  
 8 anomalia da altura da superfície da água do mar se mostrou positivo apenas entre  
 9 aproximadamente -50 e -100mm. A profundidade do topo da camada de mistura apresentou  
 10 efeito positivo na captura do agulhão branco em valores próximos a 50m. O efeito da  
 11 componente zonal dos ventos foi negativo em velocidades entre 1 e -5m/s, enquanto que o  
 12 efeito da componente meridional foi nulo entre 4 e -1m/s, indicando ainda um efeito  
 13 positivo em valores mais baixos e efeito negativos em ventos mais fortes.

14

### 15 3.2. Área 1

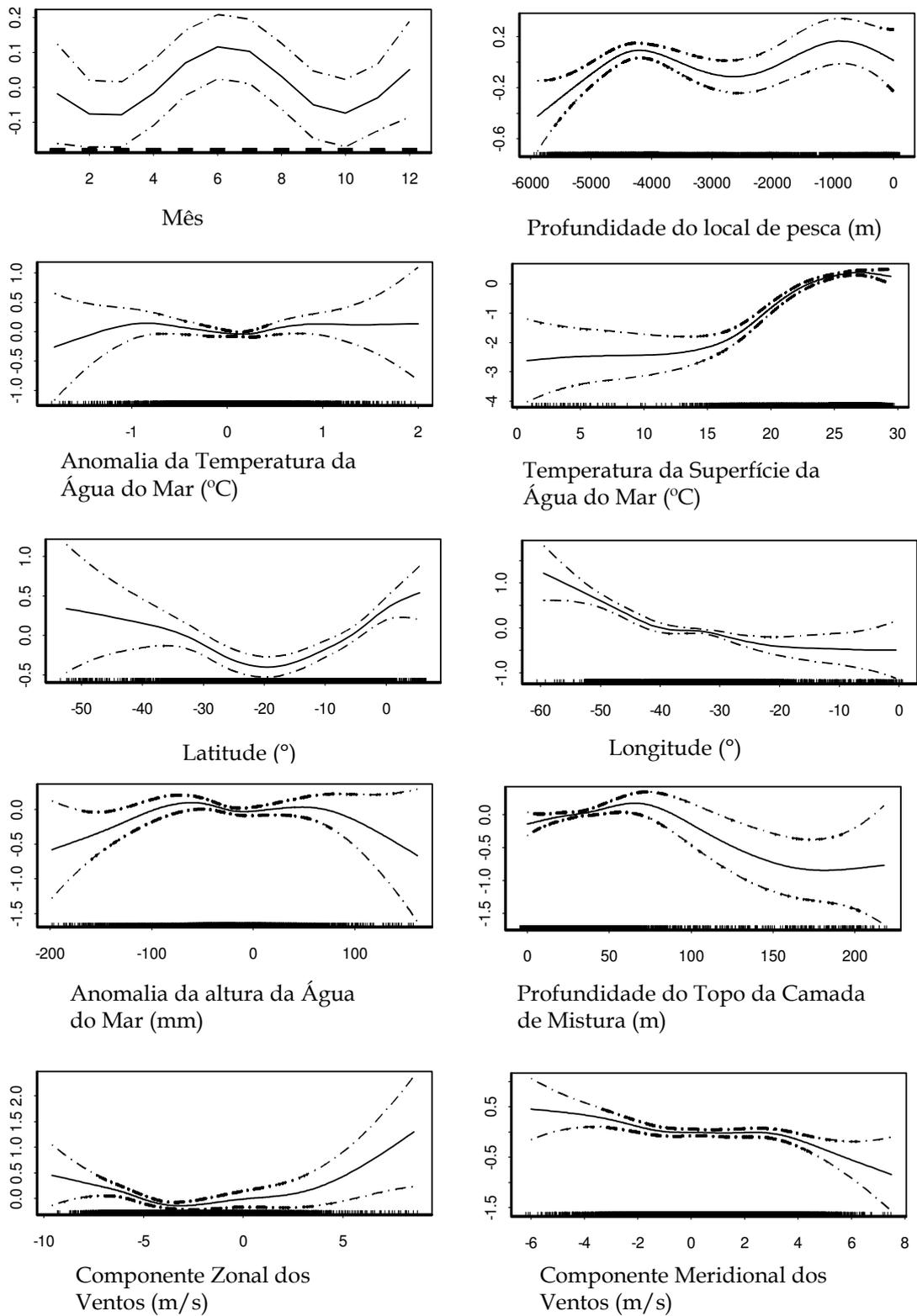
16 As variáveis que mais influenciaram a captura do agulhão branco, no modelo obtido  
 17 para a área 1 foram: profundidade da camada de mistura (Npar  $\chi^2= 74,7$ ), temperatura da  
 18 superfície do mar (Npar  $\chi^2= 43,1$ ) e anomalia da altura da superfície do mar (Npar  $\chi^2= 33,6$ )  
 19 (Tabela 3).

20

21 Tabela 3. Influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do  
 22 agulhão branco capturado pela frota espinheleira comercial brasileira na área 1

Área 1	Df	Npar	Df	Npar $\chi^2$	P( $\chi^2$ )
(Intercept)		1			
s(DML)	1	3	74.7	0.00000	
s(SST)	1	3	43.1	0.00000	
s(SSTH)	1	3	33.6	0.00000	
s(bath)	1	3	24.8	0.00002	
s(Z)	1	3	24.7	0.00002	
s(Lng)	1	3	21.4	0.00008	
s(Lat)	1	3	18.5	0.00034	
s(SSA)	1	3	15.1	0.00174	
s(mes)	1	3	13.5	0.00369	
s(M)	1	3	8.9	0.03021	

23 onde: DML é a profundidade da camada de mistura (m); SST é a temperatura da superfície  
 24 do mar (°C); SSTH é a anomalia da altura da superfície do mar (mm); bath é a profundidade  
 25 do local de pesca; Z é a componente zonal dos ventos; Lng é a longitude (°); Lat é a  
 26 latitude(°); SSA é a anomalia da temperatura da água do mar (°C); mes é o mês; M é a  
 27 componente meridional dos ventos.



1 Na área 1 (5°N a 10°S) o mês apresentou efeito positivo nas capturas de agulhão  
2 branco nos meses 1, e 4 a 8, sendo máximo nos meses 6 e 7. O efeito da variável latitude sobre  
3 a captura de agulhão branco na área 1 foi positivo entre 3°S e 3°N, sendo máximo na latitude  
4 de 1°N, enquanto que a longitude apresentou efeito positivo entre 030°W e 040°W. Já a  
5 profundidade do local de pesca apresentou efeito positivo entre 3500 e 5000m de  
6 profundidade.

7 A temperatura apresentou efeito positivo nas capturas de agulhão branco entre 26° e  
8 28°C. O efeito da anomalia de temperatura, por sua vez, exibiu acréscimo das capturas nas  
9 anomalias positivas (quentes) acima de 0,25°C. O efeito da anomalia da altura da superfície  
10 do mar apresentou efeito positivo mais forte nos valores negativos, a partir de  
11 aproximadamente -50mm, e nos valores positivos acima de 50mm, sendo, no entanto, bem  
12 menos visível no segundo.

13 A profundidade do topo da camada de mistura mostrou acréscimo nas capturas de  
14 agulhão branco entre 30 e 100m, sendo máximo em torno de 75m. A variável componente  
15 meridional dos ventos apresentou maior ocorrência em valores positivos e efeito positivo  
16 entre 1,5 e -2 m/s. Já a componente zonal dos ventos, nessa área, apresentou a grande  
17 maioria das ocorrências em valores menores que zero, e efeito positivo em valores menores  
18 que -5m/s (Figura 4).

19

### 20 3.3. Área 2

21 As variáveis que mais influenciaram a captura do agulhão branco, no modelo obtido  
22 para a área 2, foram: anomalia da temperatura da água do mar (Npar  $\chi^2= 55,2$ ), longitude  
23 (Npar  $\chi^2= 50,3$ ) e anomalia da altura da superfície do mar (Npar  $\chi^2= 29,3$ ) (Tabela4).

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

1 Tabela 4. Influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do  
 2 agulhão branco capturado pela frota espinheleira comercial brasileira na área 2.

Área 2	Df	Npar	Df	Npar	$\chi^2$	P( $\chi^2$ )
(Intercept)		1				
s(SSA)	1	3	55.2	0.00000		
s(Lng)	1	3	50.3	0.00233		
s(SSTH)	1	3	29.3	0.00000		
s(M)	1	3	22.4	0.00005		
s(mes)	1	3	16.3	0.00088		
s(bath)	1	3	12.9	0.00461		
s(Lat)	1	3	12.8	0.00449		
s(SST)	1	3	8.1	0.03971		
s(DML)	1	3	7.9	0.04247		
s(Z)	1	3	6.4	0.08772		

3 onde: SSA é a anomalia da temperatura da água do mar (°C); Lng a é longitude (°); SSTH é a  
 4 anomalia da altura da superfície do mar (mm); M é a componente meridional dos ventos;  
 5 mes é o Mês; bath é a profundidade do local de pesca; Lat é a latitude(°); SST é a temperatura  
 6 da superfície do mar (°C); DML é a profundidade da camada de mistura (m) e Z é a  
 7 componente zonal dos ventos.  
 8

9 Na área 2 (10°S a 25°S) o efeito da variável mês sobre a captura do agulhão branco  
 10 apresentou destacado efeito positivo entre os meses 10 a 1, sendo máximo no mês 12. A  
 11 latitude apresentou efeito positivo nas capturas entre 20°S e 26°S, sendo máximo em torno de  
 12 23°S, enquanto que o efeito da longitude nas capturas foi positivo a oeste de 035°W. Já a  
 13 profundidade do local de pesca apresentou efeito positivo nas capturas em duas ocasiões:  
 14 próximo ao talude, em torno de 1.000m de profundidade, e em áreas com profundidade  
 15 maior que 4.500m.

16 O efeito da temperatura sobre as capturas de agulhão branco na área 2, aumentou em  
 17 direção às altas temperaturas, sendo positivo entre 25° e 28,5°C e máximo em torno dos 27°C,  
 18 ao passo que a anomalia (da temperatura) apresentou efeito positivo nas capturas em  
 19 anomalias negativas (frias) e nas anomalias quentes maiores que 1°C. O efeito da anomalia  
 20 da altura da superfície do mar foi positivo em valores maiores que 12,5mm. A profundidade  
 21 da camada de mistura apresentou efeito negativo entre 10 e 40m e positivo entre 40 e 100m.  
 22 O efeito da componente zonal dos ventos exibiu acréscimo entre -4 e -7m/s, caindo bastante  
 23 com ventos mais fortes que -2m/s. Já a componente meridional apresentou um efeito  
 24 positivo crescente em valores menores que -2,5 e maiores que 1m/s (Figura 5).  
 25  
 26  
 27  
 28

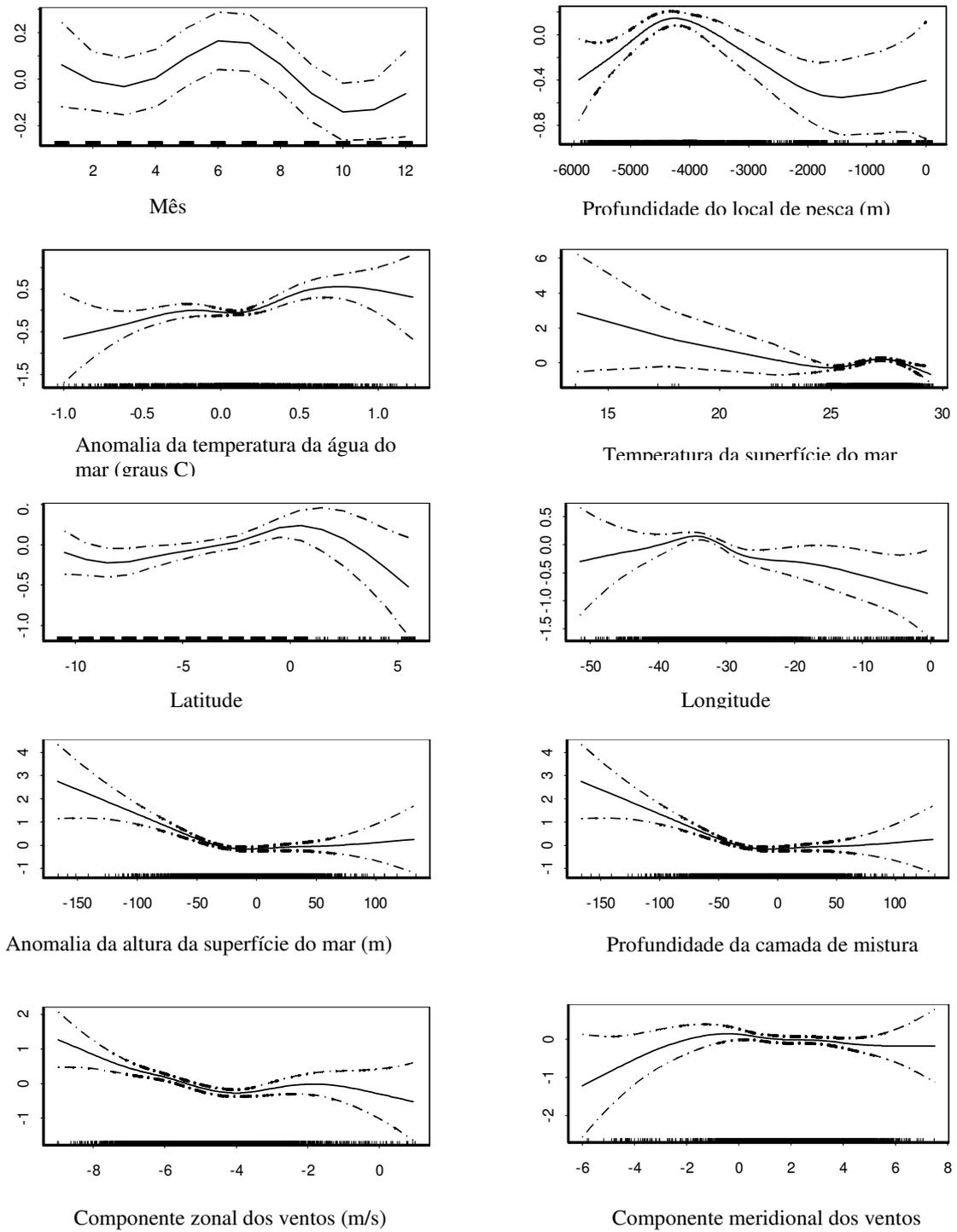
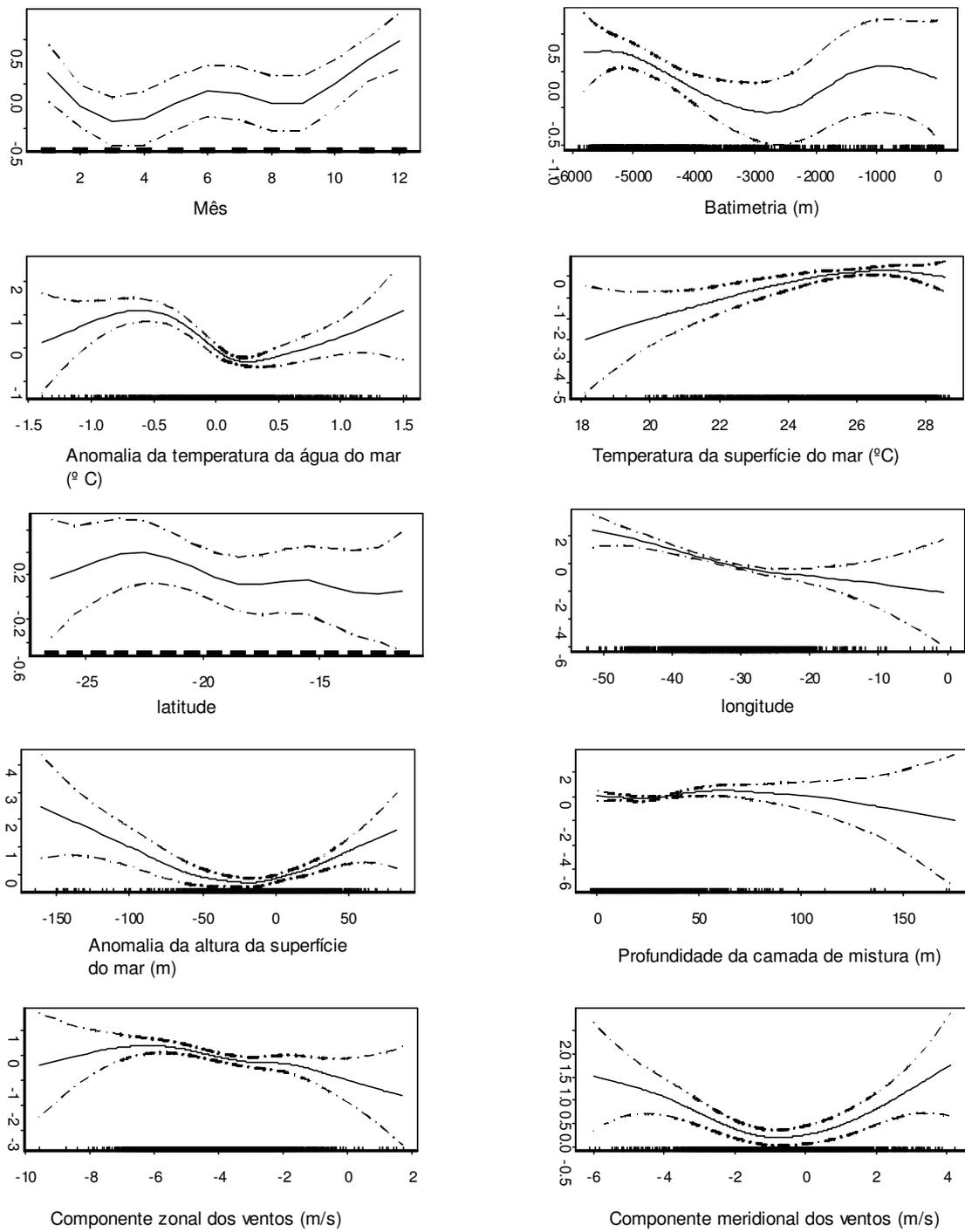


Figura 4. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos para a área 1.



1 Figura 5. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos  
 2 para a área 2.  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9

### 1 3.4. Área 3

2 As variáveis que mais influenciaram a captura do agulhão branco, no modelo obtido  
3 para a área 3 foram: temperatura da superfície do mar (Npar  $\chi^2= 92,1$ ), longitude (Npar  $\chi^2=$   
4 57) e anomalia da temperatura do mar (Npar  $\chi^2= 34,7$ ) (Tabela 5).

5

6 Tabela 5. Influência de variáveis espaciais, temporais e ambientais sobre a captura do  
7 agulhão branco capturado pela frota espinheleira comercial brasileira na área 3.

Área 3	Df	Npar	Df	Npar $\chi^2$	P( $\chi^2$ )
(Intercept)		1			
s(SST)	1	3		92.1	0.00000
s(Lng)	1	3		57.0	0.00000
s(SSA)	1	3		34.7	0.00000
s(Z)	1	3		31.2	0.00000
s(bath)	1	3		29.3	0.00000
s(SSTH)	1	3		21.5	0.00008
s(M)	1	3		20.6	0.00012
s(mes)	1	3		19.7	0.00018
s(DML)	1	3		19.7	0.00016
s(Lat)	1	3		12.8	0.00449

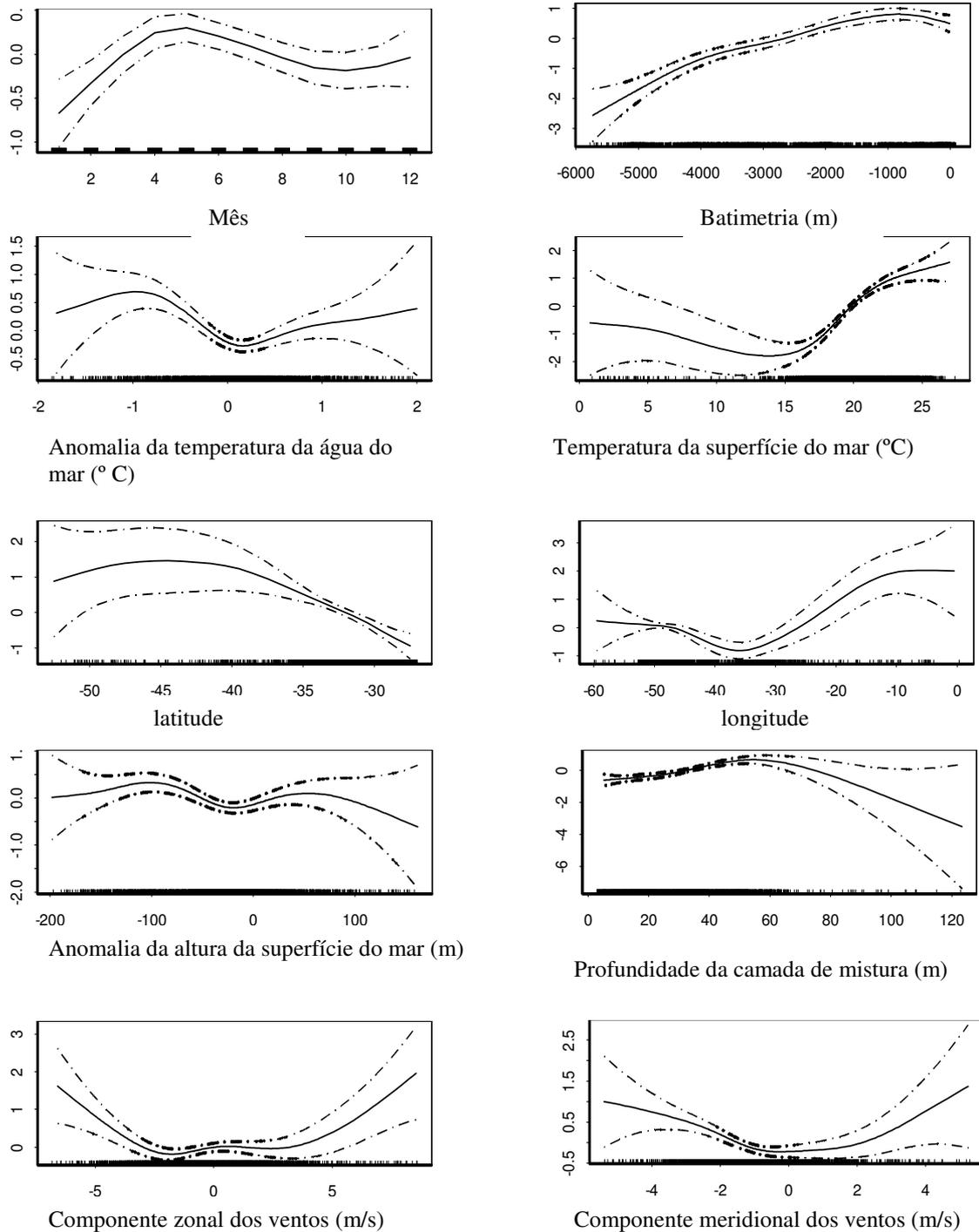
8 onde: SST é a temperatura da superfície do mar (°C); Lng é a longitude (°); SSA é a anomalia  
9 da temperatura da água do mar (°C); Z é a componente zonal dos ventos; bath é a  
10 profundidade do local de pesca; SSTH é a anomalia da altura da superfície do mar (mm); M é  
11 a componente meridional dos ventos; mes é o Mês; DML é a profundidade da camada de  
12 mistura (m) e Lat é a latitude(°).

13

14 Os gráficos de resíduos parciais obtidos para a área 3 (25°S a 50°S) (Figura 6) exibem  
15 um efeito positivo nas capturas de agulhão branco no 2º trimestre do ano. No que diz  
16 respeito às variáveis espaciais, as ocorrências se concentraram entre 25°S e 40°S de latitude e  
17 025°W a 055°W de longitude. O efeito da latitude foi positivo entre aproximadamente 32°S e  
18 40°S. Já a longitude apresentou efeito negativo entre 025°W e 055°W, com acréscimo a oeste  
19 de 055°W (em direção à costa) e a leste de 025°W.

20 O efeito da temperatura nas capturas de agulhão branco foi positivo em valores  
21 maiores que 20°C. A anomalia da temperatura apresentou efeito positivo em anomalias mais  
22 baixas que -0,25°C e mais altas que 0,75°C. O efeito da profundidade do local de captura foi  
23 positivo nas capturas realizadas em áreas com até 2.500m de profundidade, sendo máximo,  
24 mais uma vez, em torno de 1.000m. A profundidade do topo camada de mistura apresentou  
25 efeito positivo na captura quando ocorreu entre 35 e 60m, decrescendo bastante em maiores  
26 profundidades, tanto no efeito quanto no número de observações. A anomalia da altura da  
27 superfície do mar apresentou efeito positivo máximo em torno de 50mm e também de -  
28 100mm.

1 O efeito da componente zonal dos ventos foi negativo com ventos em velocidades de  
 2 -3 a 4m/s. O efeito da componente meridional também foi negativo entre 2 e -1,5m/s e  
 3 positivo em valores abaixo dessa faixa de velocidade ( $< -1,5\text{m/s}$ ).



4 Figura 6. Relações entre os resíduos parciais e capturas de agulhão branco *T. albidus* obtidos  
 5 para a área 3.

6

7

8

#### 1 4. DISCUSSÃO

2  
3 Segundo MATHER *et al.* (1975), a distribuição do agulhão branco é controlada,  
4 primeiramente, por necessidades de alimentação e desova e, secundariamente, pelas  
5 condições ambientais. Alguns autores sugerem que o agulhão branco desova no início do  
6 verão realizando, logo em seguida, uma migração alimentar pós-desova, para áreas  
7 temperadas (ROBINS, 1974; UEYANAGI *et al.*, 1970). No entanto, a influência do ambiente  
8 sobre o mesmo é, ainda, pouco conhecida, embora a temperatura da água pareça exercer um  
9 papel primordial na sua distribuição (MATHER *et al.*, 1975). No presente trabalho, não só a  
10 temperatura, como todas as variáveis analisadas apresentaram alta correlação com as  
11 capturas de *T. albidus* realizadas pela frota espinheira brasileira. Segundo UEYANAGI *et al.*  
12 (1970) a distribuição do agulhão branco no Atlântico varia sazonalmente, atingindo altas  
13 latitudes em ambos os hemisférios à procura das estações quentes. Segundo NAKAMURA  
14 (1985) e MAHON e MAHON (1986) os agulhões brancos são normalmente encontrados em  
15 águas com temperatura da superfície do mar acima de 22°C. Segundo OVCHNNIKOV (1971) a  
16 temperatura ótima para o agulhão branco do Atlântico é 24°C. Já PRINCE *et al.* (no prelo)  
17 afirmou que agulhões branco monitorados com marcas PSATs permanecem a maioria do  
18 tempo em temperaturas de 28-30°C da coluna d'água. No presente trabalho, a temperatura  
19 da água do mar apresentou a maior variância explicada do modelo final. O seu efeito sobre  
20 as capturas sempre foi positivo em temperaturas de 20° a 30°C, com a máxima abundância  
21 ocorrendo nas faixas compreendidas entre 24° e 28°C, em todas as áreas analisadas.

22 No modelo geral, a influência do mês sobre a captura de agulhão foi positiva de maio  
23 a agosto e em dezembro, sendo máxima nos meses junho e julho. Na área 1 (5°N a 10°S), a  
24 influência do mês sobre as capturas do agulhão branco foi positiva em janeiro e de abril a  
25 agosto, sendo máxima em junho e julho.

26 ROBINS (1974) afirma que *T. albidus*, no Atlântico Norte oriental realiza uma migração  
27 alimentar pós-desova, se concentrando em agosto a oeste do Estreito de Gibraltar. Segundo o  
28 mesmo autor, baseado em exames gonadais e presença de larvas, a desova do agulhão  
29 branco no Atlântico Sul ocidental parece estar amplamente concluída perto de maio, quando  
30 a migração alimentar já está a caminho.

31 Com base em diversos autores, ROBINS (op. cit.) cita ainda simultâneas  
32 concentrações pós-desova em áreas distantes do Atlântico Norte ocidental: em Nova Jersey,  
33 além do delta do Mississipi, desde a 2ª semana de julho até cerca da última semana de agosto  
34 (DE SYLVA E DAVIS, 1963); no Golfo do México, entre julho e agosto (GIBBS, 1958 apud

1 ROBINS, 1972); e em La Guaira, Venezuela, em agosto, mas com muitas capturas ao longo de  
2 setembro e outubro (PEREZ DE ARMAS, 1959 apud ROBINS, 1972).

3 Segundo MATHER *et al.* (1975), no Atlântico Sul o agulhão branco se concentra do  
4 lado leste, além da costa de Angola, em junho e julho. No resto do ano, procura o lado oeste,  
5 além da costa do Brasil e, por vezes, a região central do Atlântico. Concentra-se na costa de  
6 Recife, em setembro e outubro, estendendo-se em direção sul, porém até as proximidades do  
7 Rio de Janeiro. Em novembro, a concentração parece se mover mais ao sul. Entre dezembro e  
8 fevereiro, as taxas de captura são maiores além da costa do Rio da Janeiro, com áreas de  
9 concentração isoladas do lado leste e central do oceano. Março-maio é um período  
10 geralmente com baixas taxas de captura, exceto por áreas isoladas, nos extremos norte e sul  
11 do Brasil. LA MONTE (1955) registra que a espécie ocorre além de Cabo Frio, entre  
12 dezembro e fevereiro.

13 Segundo ANTERO-SILVA *et al.* (1994), o agulhão branco apresenta uma maior  
14 abundância na costa nordeste do Brasil no terceiro trimestre do ano. Na área 2 (10°S a 25°S), a  
15 influência do mês sobre as capturas do agulhão branco foi positiva entre outubro e janeiro, e  
16 máximo em dezembro. Uma análise detalhada das operações da frota espinheleira japonesa  
17 no Atlântico, indica uma densa população de agulhão branco ao longo da costa do Brasil, de  
18 Pernambuco a São Paulo, durante primavera e verão no Hemisfério Sul (Setembro a Março)  
19 (UEYANAGI *et al.*, 1970).

20 Segundo ANTERO-SILVA *et al.* (1994), a abundância do agulhão branco na pesca com  
21 espinhel é máxima na costa sudeste do Brasil (área 2) no quarto trimestre do ano, enquanto que  
22 na costa sul (área 3) os maiores índices de captura são obtidos no primeiro trimestre.

23 HAZIN (1993), com base na variação sazonal da CPUE do agulhão branco ao longo da  
24 costa brasileira, concluiu que esta espécie realiza uma migração no sentido norte-sul, do terceiro  
25 para o primeiro trimestre do ano, acompanhando aproximadamente o deslocamento sazonal da  
26 isoterma de 25°C da temperatura da superfície do mar, a qual localiza-se em torno de 15°S,  
27 durante o terceiro trimestre do ano, e de 35°S, durante o primeiro trimestre. No entanto, na área  
28 3 do presente trabalho (25°S a 50°S), a influência do mês sobre as capturas do agulhão branco  
29 foi positiva no 2º trimestre do ano, sendo máxima em maio, e não no 1º trimestre do ano.

30 A variável latitude, assim como a temperatura, também respondeu por 11% da  
31 variância explicada no modelo geral, exibindo claramente duas áreas principais para a  
32 captura da espécie: entre 5°N e 10°S e ao sul de 30°S. Tal divisão corresponde à distribuição  
33 do esforço de pesca das frotas espinheleiras sediadas no Nordeste (Natal, Recife e Cabedelo)  
34 e em Santos, respectivamente.

1 A variável longitude apresentou uma tendência de influenciar positivamente as  
2 capturas de agulhão branco em direção a áreas mais próximas à costa sul-americana,  
3 acompanhando a forma da mesma. Os resultados relativos à influência da profundidade no  
4 local de lançamento parecem confirmar esta tendência. Essa variável apresentou efeito  
5 positivo sobre as capturas quando as mesmas ocorreram em torno de 1000m de  
6 profundidade, ou seja, no talude continental, ou em água oceânicas, em áreas com 3500 a  
7 5000m de profundidade. Neste último caso, as capturas provavelmente acompanham a  
8 distribuição do esforço de pesca aplicado à captura de espadarte e atuns. É possível, porém,  
9 que também exista uma segregação da população, entre os sexos ou entre indivíduos em  
10 diferentes fases de vida, como observado para o espadarte, a partir da previsão espacial da  
11 espécie (HAZIN, 2006). NAKAMURA (1985) afirma que a distribuição diferencial do  
12 agulhão branco também é influenciada pela topografia do fundo. Quebra de plataforma,  
13 *canyons* e bancos submarinos, quando localizados em áreas com condições da água propícias,  
14 são freqüentemente cenários de importantes concentrações alimentares para a espécie e  
15 excepcionalmente produtivas. O mesmo autor afirma, ainda, que concentrações da espécie  
16 geralmente ocorrem próximo a essas descontinuidades topográficas, e na interface de  
17 diferentes massas d'água.

18 Áreas de encontro de massas d'água costumam apresentar anomalias de temperatura.  
19 Segundo BAKUN (1996), a anomalia da temperatura da superfície da água do mar podem  
20 ser fortes indicadores de frentes oceânicas, além de influenciar na profundidade do topo da  
21 termoclina, onde valores positivos indicam afundamento de massas d'água superficiais,  
22 enquanto que valores negativos indicam o soerguimento de massas d'água mais frias, ou  
23 zonas de ressurgência. A anomalia da temperatura da água do mar apresentou um efeito  
24 positivo nas capturas de agulhão branco, tanto nas frias, quanto nas quentes. A anomalia da  
25 altura da superfície do mar, por sua vez, também pode indicar relação entre as capturas de  
26 agulhão branco e áreas de convergência (anomalias positivas de temperatura e do nível da  
27 superfície do mar) e divergência (anomalias negativas). OLSON e POLOVINA (1999)  
28 mostraram que o gradiente horizontal da anomalia da altura da superfície da água do mar  
29 está muitas vezes associado a meandros e vórtices que se formam nas margens das grandes  
30 correntes ou em áreas de ressurgência. No entanto, com exceção da região de Cabo Frio  
31 (~25°S), onde ocorre um fenômeno localizado de ressurgência, as águas que banham a costa  
32 brasileira, são de baixa produção primária. No presente caso, na região de Cabo Frio,  
33 localizada ao final da área 2 e início da área 3, foi observado um efeito positivo sobre as  
34 capturas em anomalias frias, em torno de -0,5°C e -1,0°C.

1 Segundo KINKEL et al. (2000), o aumento da profundidade da termoclina no oeste do  
2 Atlântico Equatorial deve-se ao transporte das águas superficiais nesta direção, como  
3 consequência dos ventos Alísios de Sudeste. Por outro lado, o mesmo autor afirma que ao  
4 longo da corrente Sul-Equatorial há a formação de uma divergência, a qual promove o  
5 soerguimento de águas frias e uma consequente elevação da termoclina. BECKER (2001)  
6 observou a provável ocorrência de ressurgência em estações próximas ao Arquipélago de  
7 São Pedro e São Paulo (00°59'N), baseada nas elevações de isothermas, baixos teores de  
8 oxigênio dissolvido e alta concentração superficial de nutrientes, no verão e no outono. No  
9 entanto, o potencial pesqueiro dessa área se dá mais em função do seu poder agregador em  
10 região oceânica, do que pela ocorrência de fenômenos de enriquecimento.

11 A mesma autora observou a formação de um vórtice de maior temperatura no banco  
12 de Aracati e ao norte do mesmo, além de vários vórtices de menor temperatura na região dos  
13 bancos de Fernando de Noronha. COSTA (1991) apud BECKER (op cit.) observou uma  
14 discreta ressurgência da Água Central do Atlântico Norte, próximo ao arquipélago de  
15 Fernando de Noronha, não confirmada por estudos mais recentes. Já TRAVASSOS et al.  
16 (1999) encontrou uma forte ressurgência em um dos bancos da cadeia Norte do Brasil. Nessa  
17 mesma área, ZAGAGLIA (1998) indicou ausência de afloramento de águas frias na  
18 superfície, descrevendo, no entanto, a presença de termoclinas transitórias e elevação de  
19 isothermas. Os trabalhos desses autores mostram a ocorrência de pequenos fenômenos  
20 isolados de enriquecimento no lado oeste da região equatorial do Atlântico, equivalente à  
21 área 1 do presente estudo, sempre relacionados à acidentes topográficos, bancos e ilhas  
22 oceânicas, como os bancos da Cadeia Norte do Brasil, cadeia de Fernando de Noronha e  
23 Arquipélago de São Pedro e São Paulo, em conjunto com eventos sazonais. Entre essas três  
24 regiões mencionadas, BECKER (op cit.) observou que a Cadeia Norte do Brasil apresentou a  
25 maior variabilidade, sugerindo uma maior influência sazonal. A mesma autora também  
26 observou que existe uma influência conjunta dos fatores região e profundidade e região e  
27 período sobre a temperatura nos bancos e ilhas oceânicas do Nordeste do Brasil.

28 Nas regiões de afundamento ou soerguimento de massas d'água, também são  
29 observadas anomalias da altura da superfície do mar, as quais, dessa forma, estão  
30 relacionadas com anomalias de temperatura. No presente trabalho, o efeito da anomalia da  
31 altura da superfície do mar também foi positivo nas capturas do agulhão branco, tanto em  
32 anomalias positivas, quanto nas negativas: em torno de -100mm, -50mm e maiores que  
33 12,5mm e 50mm. Os resultados obtidos pelas análises dos efeitos dessas duas variáveis  
34 reforçam a idéia de que o agulhão branco procura áreas de frentes oceânicas, vórtices, etc, as

1    quais podem ser também áreas de aumento de produtividade ou de concentração de presas e  
2    organismos forrageiros (PODESTÁ *et al.*, 1993; OLSON *et al.*, 1994; BIGELOW *et al.*, 1999 *apud*  
3    BRILL e LUTCAVAGE, 2001). Segundo os mesmos autores, migrações horizontais de  
4    agulhões em curtos períodos de tempo podem ser fortemente influenciadas por correntes  
5    oceânicas. Segundo NAKAMURA (1985), a ocorrência do agulhão branco é comum em  
6    correntes oceânicas superficiais com 0,5 a 2 nós de velocidade, as quais são impulsionadas  
7    principalmente pela fricção dos ventos, os quais, por sua vez, terão sua influência discutida  
8    mais adiante.

9            A profundidade da termoclina diminui com o aumento da latitude e varia com as  
10   estações do ano. Segundo NAKAMURA (1985) o agulhão branco é encontrado  
11   principalmente acima da termoclina, em locais com profundidades maiores que 100m.  
12   PRINCE *et al.* (in press), ao estudar o padrão de movimentação vertical de agulhões no  
13   noroeste do Atlântico, observou que o agulhão branco mergulha a profundidades de 100-  
14   200m ou mais, mas permanece nessas profundidades por menos de 10% do tempo,  
15   apresentando preferência por águas superficiais, até 25m de profundidade. No presente  
16   trabalho, o efeito do topo da profundidade da camada de mistura foi positivo em capturas de  
17   agulhão branco ocorrendo em áreas onde a camada de mistura se situou entre 30 e 100m de  
18   profundidade, com maiores ocorrências de 35 a 60m e em torno de 50m. Na área 1 (5°N a  
19   10°S) essa variável foi a que apresentou a maior influência sobre as capturas de agulhão  
20   branco, apresentando efeito máximo em torno de 75m de profundidade. Também foi  
21   observado um efeito negativo nas capturas quando a camada de mistura apresentou  
22   profundidades de 10 a 40m (área 2). VASKE Jr. *et al* (2004) sugere que os agulhões brancos  
23   são capturados entre 50 e 230m de profundidade, sem apresentar, no entanto, faixas de  
24   preferência. No entanto, normalmente, esses padrões se apresentam menos em função de sua  
25   faixa de distribuição, e mais em razão da profundidade de atuação dos anzóis do espinhel.

26            A velocidade do vento exerce forte influência no estado do mar, além de constituir a  
27   principal força motriz que propõe as correntes oceânicas superficiais. A velocidade do vento  
28   pode afetar, também, o comportamento e a vulnerabilidade do peixe na pesca de espinhel, a  
29   profundidade de atuação e área varrida pelo aparelho ou ainda, o tempo de recolhimento,  
30   influenciando, conseqüentemente, na capturabilidade de certas espécies (HAZIN, 2006). No  
31   presente trabalho, as componentes zonal e meridional dos ventos apresentaram a 5° e 10°  
32   maior variância explicada no modelo final, respectivamente. O efeito da componente zonal  
33   dos ventos apresentou um padrão positivo nas capturas de agulhão branco em valores  
34   compreendidos entre -4 e -7m/s, observando-se, entre -4 e -5 até 1m/s, um efeito negativo,

1 com o início do declínio em velocidades iguais a -3 ou -2m/s. Já a influência da componente  
2 meridional dos ventos sobre a captura do agulhão branco, apresentou destacada diferença  
3 entre as áreas. Na área 1, a influência dessa variável foi bem menor do que nas áreas 2 e 3,  
4 que certamente sofrem maior influência da mesma, devido a uma maior aproximação do  
5 centro de alta pressão.

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAIKE, H. 1974 A new look at the statistical identification model. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Automatic Control*, Boston University, Brookline, 19: 716-723.
- ANTERO-SILVA, J.N.; AMORIM, A.F.; LESSA, R.P.T.; HAZIN, F.H.V.; ARFELLI, C.A. 1994 White marlin (*Tetrapturus albidus*) fisheries off Brazilian coast from national and leased longliners fleet. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 41: 189-198.
- ARFELLI, C.A.; AMORIM, A.F.; GALHARDO-AMADO, J.C. 1986 Analysis on *Tetrapturus albidus* Poey (1861), caught off South and Southeast of Brazil (1971-1984). *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 25: 202-217.
- BAKUN, A. 1996 *Patterns in the ocean: ocean process and marine population dynamics*. La Jolla: California Sea Grant College System, 323p.
- BECKER, H. 2001 *Hidrologia dos bancos e ilhas oceânicas do nordeste brasileiro. Uma contribuição ao programa REVIZEE*. São Carlos. 158p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos).
- BRILL, R. W.; LOWE, T. E.; COUSINS, K. L. 1998 *How water temperature really limits the vertical movements of tunas and billfishes - it's the heart stupid*. In: *International Congress on Biology of Fish. Anais*. Towson University, Baltimore: American Fisheries Society, 4p.
- BRILL, R. W. e LUTCAVAGE, M. E. 2001 Understanding environmental influences on movements and depth distributions of tunas and billfishes can significantly improve population assessments. *American Fisheries Society Symposium*, 25: 179-198.
- DE SYLVA, D. P. e DAVIS, W. P. 1963 White marlin: *Tetrapturus albidus*, in the middle Atlantic bight, with observations on the hydrography of the fishing grounds. *Copeia*, 1: 81-89.
- HAZIN, F.H.V. 1993 *Fisheries-oceanographical study on tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic ocean*. Tokyo. 286p. (Doctoral Thesis, Tokyo University of Fisheries).
- HAZIN, F.H.V.; LESSA, R.; ARRAES, R.R.; COIMBRA, M.R.; SOUZA, R.C.; NATALINO, M.; PANTOJA, P.S. 1994 Distribution and relative abundance of tunas and billfishes in the southwestern equatorial Atlantic. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 41: 309-324.

- 1 HAZIN H.G. 2006 *Influência das variáveis oceanográficas na dinâmica populacional e pesca do*  
2 *espadarte, Xiphias gladius Linnaeus 1758, no Oceano Atlântico Oeste*. Faro. 277p. (Tese  
3 provisória para a obtenção do grau de Doutor em Ciências do Mar, Universidade do  
4 Algarve).  
5
- 6 KINKEL, H.; BAUMANN, K. H.; CEPPEK, M. 2000 Coccolithophores in the equatorial  
7 Atlantic Ocean: response and late quaternary surface water variability. *Marine*  
8 *Micropaleontology*, 39: 87-112.  
9
- 10 LA MONTE, F. R. 1955 A review and revision of the marlins, genus *Makaira*. *Bulletin*  
11 *American Museum of Natural History*, 107: 323-358.  
12
- 13 MAHON, R. e MAHON, S. 1986 *Seasonality and migration of pelagic fishes in the eastern*  
14 *Caribbean*. Mayaguez, Puerto Rico: FAO Expert Consultation on Shared Fishery  
15 Resources in the Lesser Antilles. 273 p.  
16
- 17 MATHER, F. J. III; CLARK, H. L. e MASON, J. M. Jr. 1975 Synopsis of the Biology of the  
18 white marlin, *Tetrapturus albidus* Poey 1861. In: SHOMURA, R. S. e WILLIAMS F. (eds.).  
19 *Proceedings of International Billfish Symposium: Species Synopses, 9-12 aug. 1972*. Kailua-  
20 Kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS. p.55-94.  
21
- 22 MAURY, O.; GASCUEL, D.; MARSAC, F.; FONTENEAU, A.; DE ROSA, A.L. 2001  
23 Hierarchical interpretation of nonlinearly relationships linking yellowfin tuna  
24 (*Thunnus albacares*) distribution to the environment in the Atlantic Ocean. *Canadian*  
25 *Journal of Fishery Aquatic Science* , 58: 458-469.  
26
- 27 NAKAMURA, I. 1985 *FAO species catalogue: Billfishes of the World. An annotated and illustrated*  
28 *catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date*. n.125. v.5. Roma:  
29 FAO Fishery Synopsis. 65p.  
30
- 31 NIKOLSKY, G. V. 1963 *The ecology of fishes*. London: Academic Pres. 352p.  
32
- 33 OLSON, D. e POLOVINA, J. J. 1999 Local-scale swordfish fisheries oceanography.  
34 Proceedings of the Second International Pacific Swodfish Symposium. NOAA Tech.  
35 Memo. NMFS-SWFSC. p 173-178.  
36
- 37 OVCHINNIKOV, V.V. 1971 *Swordfishes and Billfishes in the Atlantic Ocean*. MILLS, H. (Trad)  
38 Jerusalém: Program for Science Translation. 77p.  
39
- 40 PRINCE, E.D.; COWEN, R.K.; ORBESEN, E.S.; LUTHY, S.A.; LLOPIZ, J.K.; RICHARDSON,  
41 D.E.; SERAFY, J.E. Movements and spawning of white marlin (*Tetrapturus albidus*) and  
42 blue marlin (*Makaira nigricans*) off Punta Cana, Dominican Republic. SCRS  
43 ICCAT/2005/039. Fishery Bulletin. (in press).  
44

- 1 ROBINS, C.R. 1974 Summer concentration of the white marlin, *Tetrapturus albidus*, west of  
2 the strait of Gibraltar. In: SHOMURA, R. S. e WILLIAMS, F. (eds.) *Proceedings of the*  
3 *International Billfish Symposium. Part 2. Review and Contributed Papers. sect 3. 9-12 agu.*  
4 1972. Kailua-kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS SSRF-675. p.164-174.  
5
- 6 SOUZA, R.C.; LESSA, R.P.T.; HAZIN, F.H.V. 1994 First observations on reproductive biology  
7 of billfishes (*Tetrapturus albidus*, *Istiophorus albicans* and *Tetrapturus pfluegeri*) in  
8 southwestern equatorial Atlantic (Brazil). *International Commission for the Conservation of*  
9 *Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 42(2): 329-334.
- 10 TRAVASSOS, P.; HAZIN, F.H.V.; ZAGAGLIA, J.R.; ADVÍNCULA, R.; SCHOBER, J. 1999  
11 Thermohaline structure around seamounts and islands off North-Eastern Brazil.  
12 *Archieve of Fishery and Marine Research, Bundesforschungsanstalt für Fischerei,*  
13 *Information & Dokumentation, Hamburg, 47: 211-222.*
- 14 UEYNAGI, S.; KIKAWA, S.; UTO, M.; NISHIKAWA, Y. 1970 Distribution, spawning, and  
15 relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. *Bulletin Far Seas Fisheries Research*  
16 *Laboratory, 3: 15-55.*  
17
- 18 VASKE, Jr., T.; VOOREN, C. M.; LESSA, R. P. 2004 Feeding habits of four species of  
19 *Istiophoridae* (Pisces: Perciformes) from northeastern Brazil. *Environmental Biology of*  
20 *Fishes*, Netherlands, 70: 293-304.  
21
- 22 ZAGAGLIA, J.R. 1998 *Caracterização da estrutura termohalina da Zona Econômica Exclusiva do*  
23 *Nordeste do Brasil*. Recife. 134p. (Monografia, Engenharia de pesca. Universidade  
24 Federal Rural de Pernambuco).  
25

1 **ÍNDICES PADRONIZADOS DE CAPTURA POR UNIDADE DE ESFORÇO DO**  
2 **AGULHÃO BRANCO *Tetrapturus albidus* POEY, 1860 CAPTURADO PELA FROTA**  
3 **COMERCIAL ESPINHELEIRA BRASILEIRA.**

4  
5 STANDARDIZED CATCH PER UNIT EFFORT OF WHITE MARLIN *Tetrapturus albidus*  
6 POEY 1860 CAUGHT BY BRAZILIAN COMMERCIAL LONGLINE FLEET.

7  
8  
9  
10 Igor da Mata OLIVEIRA<sup>1</sup>, Humberto G. HAZIN<sup>2</sup>, Fábio H. HAZIN<sup>3</sup>, Paulo TRAVASSOS<sup>4</sup>

11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26 <sup>1</sup> Bolsista CAPES, Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura - UFRPE

27 <sup>2</sup> Bolsista CNPq, Universidade do Algarve, Portugal - UALG

28 <sup>3</sup> Laboratório de Oceanografia Pesqueira, LOP - UFRPE

29 <sup>4</sup> Laboratório de Ecologia Marinha, LEMAR - UFRPE

30  
31 \* Endereço do autor: Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Departamento de Pesca e  
32 Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

33 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife -PE, Brasil. CEP: 52171-900

34 Tel./Fax: 81-3320-6512; E-mail: igordamata@ig.com.br

## RESUMO

No presente trabalho foram analisados dados de captura do agulhão branco *Tetrapturus albidus*, oriundos da frota espinheleira comercial brasileira, no período de 1980 a 2004. Como índice de abundância relativa foi utilizada a CPUE (captura por unidade de esforço), em número de indivíduos por 100 anzóis, padronizada por modelos lineares e aditivos generalizados (GLM e GAM). Os fatores utilizados no modelo GLM foram ano, mês e área, aplicando-se o método delta-log. Os GAMs assumiram distribuição binomial, incluindo-se os fatores ano, mês, latitude, longitude, profundidade do local de pesca, profundidade da camada de mistura, temperatura e anomalia da temperatura da água do mar, anomalia da altura da superfície do mar e componentes zonal e meridional do ventos. Todos os modelos gerados (nominal e padronizados) indicam um declínio na abundância relativa da espécie, a partir da segunda metade da década de 80. Os últimos anos, no entanto, apresentaram uma maior estabilidade dos índices de captura, sugerindo algum sucesso nas medidas de manejo que vem sendo adotadas pela ICCAT. Os resultados mostraram a importância da inclusão de dados ambientais no processo de padronização. O modelo gerado pelo GAM se mostrou mais bem ajustado que por GLM, ou seja, explicaram mais variabilidades que GLM. Além disso, GAM foi também mais adequado na análise dos dados com elevada proporção de zeros.

Palavras-chave: CPUE, agulhão branco, padronização, dados ambientais.

## ABSTRACT

In the present paper, white marlin *Tetrapturus albidus* catch data from the Brazilian tuna longline fishery, from 1980 to 2004, were analyzed. The Catch Per Unit of Effort (CPUE), as the number of fish caught per 100 hooks, standardized by Generalized Linear and Additive Models (GLM and GAM), was used as an index of relative abundance. The variables used in the GLM model were year, month and area, assuming a delta-log distribution. The GAM model assumed a binomial distribution, including the following variables as factors: year, month, latitude, longitude, depth of fishing ground, depth of mixed layer, sea water temperature, anomaly of sea water temperature, anomaly of sea surface height, as well as zonal and meridional wind vectors. All CPUE series (nominal and standardized) showed a decline of relative abundance from the eighties on, with a more stable behavior in recent years, suggesting some degree of success of the conservation measures adopted by ICCAT. The results also point out the importance of environmental data for the standardization process. The model generated by GAM showed a better adjustment than by GLM, i.e. explained a greater proportion of variability. The GAM model was also better fit to address the high proportion of zeros.

Key-words: CPUE, white marlin, standardization, environmental data.

## 1 1. INTRODUÇÃO

2

3 A CPUE (captura por unidade de esforço) é muitas vezes a principal informação na  
4 avaliação de estoques pesqueiros, assumida como índice de abundância relativa (GAVARIS,  
5 1980; RICHARDS e SCHNUTE, 1986, 1992; HINTON e MAUNDER 2004, CAMPBELL 2004).  
6 Com os dados de CPUE, podem-se aplicar modelos de produção geral para se determinar o  
7 nível ótimo de esforço, estimando-se a captura máxima de forma sustentada sem afetar a  
8 produtividade do estoque a longo prazo (PAULY, 1984).

9 A utilização de índices de abundância baseados em dados de captura e esforço pode  
10 ser melhorada pelo processo de padronização, a fim de eliminar o impacto de outros fatores  
11 além de mudanças na biomassa do estoque ao longo do tempo (ORTIZ e AROCHA, 2004) e,  
12 conseqüentemente, produzir uma modelagem da influência de fatores e interações de  
13 diversas ordens na capturabilidade (ver: BANNEROT E AUSTIN, 1983; GAVARIS, 1980;  
14 HILBORN e WATERS, 1992 e GULLAND, 1983), através de métodos estatísticos de  
15 regressão. As principais ferramentas estatísticas de regressão utilizadas no processo de  
16 padronização de índices de captura são os Modelos Lineares e Aditivos Generalizados  
17 (GLMs e GAMs).

18 O uso de GAMs em ciências pesqueiras é muito menos comum que de GLMs, embora  
19 tenha aumentado substancialmente na última década (ex. BIGELOW et al., 1999; BELLIDO  
20 et al., 2001; WALSH E KLEIBER, 2001; AGENBAG et al., 2003; WALSH et al., 2002 e 2005).

21 Diversos trabalhos apresentam séries de CPUE padronizadas por GLM para o  
22 agulhão branco do Atlântico *Tetrapturus albidus*, a partir de dados comerciais (ex. UOZUMI,  
23 1998; YOKAWA et al., 2001; CHANG, 2003; AROCHA E ORTIZ, 2003; ORTIZ E SCOTT,  
24 2001, 2003; ANDRADE, 2005a e 2005b; AROCHA E ORTIZ 2006; DIAZ E ORTIZ 2006b),  
25 artesanais (ARROCHA et al. 2006a e 2006b) e esportivos (JONES et al 1996, ORTIZ e FARBER  
26 2001; ORTIZ, 2003; DIAZ E ORTIZ, 2006a). Informações sobre variações na abundância do  
27 agulhão branco são importantes para o desenvolvimento de modelos de avaliação de  
28 estoques de agulhões e para o manejo dos mesmos (ORTIZ e FARBER, 20001; ORTIZ e  
29 SCOTT, 2003; ORTIZ e AROCHA, 2003; AROCHA e ORTIZ, 2003).

30 Segundo UOZUMI (1998), alguns fatores ambientais (como estação do ano,  
31 temperatura da água, salinidade, profundidade, corrente e fase lunar), biológicos  
32 (maturação, migração e disponibilidade de alimento) e operacionais (configuração do  
33 aparelho, tempo ou turno de operação de pesca, estação do ano, espécies alvo, tipo de isca e  
34 tamanho do anzol, etc.) que parecem afetar a CPUE, podem (e devem) ser incorporados na

1 análise. Como GAM combina uma hipótese aditiva (STONE, 1985) que revela relações não-  
2 paramétricas exploradas simultaneamente (SAS, 2001), por assumir a inclusão de n variáveis  
3 de diversas ordens na sua utilização, o mesmo pode revelar influências discretas, as quais  
4 não aparecem numa relação linear. A utilização de GAMs pode fornecer, assim, modelos  
5 com melhor ajuste, pois possibilita eliminar a influência de um número muito maior de  
6 fatores sobre a CPUE.

7 Diversos trabalhos mostram que o processo de padronização de índices de CPUE por  
8 GAMs e GLMs é eficaz para eliminar a influência de fatores, como avanços na eficiência  
9 tecnológica e conseqüentemente poder de pesca da frota (AROCHA e ORTIZ, 2003 e  
10 2005/025), estratégias de captura diferenciadas em função da espécie-alvo (STEPHENS e  
11 MACCALL, 2004), além de diversas variáveis ambientais (BIGELOW et al., 1999; AGENBAG  
12 et al., 2003).

13 No presente trabalho, modelos aditivos generalizados (GAM) e linear generalizados  
14 (GLM) são aplicados como ferramenta no processo de padronização de índices de  
15 abundância relativa do agulhão branco *Tetrapturus albidus*, capturado pela frota espinheira  
16 brasileira. Uma série histórica padronizada de CPUE é condição essencial para a realização  
17 de uma avaliação confiável do estoque do agulhão branco no Atlântico, tarefa que cabe à  
18 Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT - International  
19 Commission for the Conservation of Atlantic Tunas), em função do caráter altamente  
20 migratório da espécie, associado à natureza diversificada e multiespecífica das pescarias nas  
21 quais a espécie ocorre.

22

23

## 24 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

25

26 No presente trabalho foram analisados os dados de captura provenientes da frota  
27 espinheira brasileira (nacional e arrendada), a qual operou em todo o Atlântico Sul, no  
28 período compreendido entre 1980 e 2004 (25 anos). Como índice de abundância relativa foi  
29 utilizada a CPUE (captura por unidade de esforço), em número de indivíduos capturados  
30 por 100 anzóis.

31 Devido a elevada proporção de lances sem captura (74%), dois tipos de modelos  
32 foram utilizados para a padronização: GLM (Modelos Lineares Generalizados), utilizando  
33 variáveis categóricas (ano, mês e área), pelo método delta-log; e GAMs (Modelos Aditivos  
34 Generalizados), com variáveis contínuas (latitude, longitude, ano), sendo adicionadas 7

1 variáveis relacionadas ao ambiente, a saber: profundidade do lançamento do espinhel,  
2 temperatura e anomalia da temperatura do mar, anomalia da altura da superfície da água do  
3 mar, profundidade do topo da camada de mistura, e componentes zonal e meridional dos  
4 ventos. As variáveis ambientais foram adicionadas ao banco de dados de pesca no modelo  
5 GAM a fim de compreender melhor as relações que afetam a pesca do agulhão branco e de  
6 verificar a influência das mesmas na CPUE padronizada.

7 As informações referentes às operações de pesca, como área de atuação (latitude e  
8 longitude), esforço, captura mensal e anual foram obtidas a partir dos mapas de bordo de  
9 cada viagem. A profundidade do local de lançamento do espinhel (BAT) foi obtida do  
10 National Geophysical Data Center (ETOPO5- Earth Topography 5min). As variáveis  
11 relacionadas ao ambiente: temperatura e anomalia da temperatura da superfície do mar,  
12 anomalia da altura da superfície do mar, profundidade do topo da camada de mistura, e  
13 componentes zonal e meridional dos ventos, foram obtidas do Physical Oceanography  
14 Distributed Active Archive Center do Jet Propulsion Laboratory/NASA, Geophysical Fluid  
15 Dynamics Lab/ocean data IRI/ARCS/Ocean assimilation e do Centre ERS d'Archivage et  
16 de Traitement (CERSAT) do IFREMER, sendo em seguida, agrupadas em quadrantes de  
17  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ , em valores médios.

18 No caso do GLM, os índices anuais de abundância relativa foram estimados pelo  
19 método tradicional, utilizando-se as variáveis ano, mês e área, com a distribuição delta-  
20 lognormal (ex. GAVARIS, 1980; KIMURA, 1981; HILBORN e WATERS, 1992, além da grande  
21 maioria dos trabalhos de padronização de agulhões da ICCAT, ex. JONES et al 1996;  
22 UOZUMI, 1998; ORTIZ E FARBER 2001; YOKAWA et al., 2001; ORTIZ, 2003; AROCHA e  
23 ORTIZ, 2003; CHANG, 2003; ORTIZ e SCOTT, 2001, 2003; ANDRADE, 2005a, 2005b;  
24 AROCHA e ORTIZ 2005; DIAZ e ORTIZ 2006a; AROCHA et al. 2006a, 2006b; DIAZ e  
25 ORTIZ, 2006b). Nesse modelo constrói-se, separadamente, um modelo GLM para  
26 observações positivas (modelo P, ou seja, apenas lançamentos que capturaram ao menos 1  
27 agulhão branco) assumindo-se uma distribuição lognormal dos erros, e pondera-se o  
28 resultado pela proporção positiva do total de lançamentos, ou de probabilidade para uma  
29 observação positiva (modelo P/A, presença/ausência), assumindo-se uma distribuição  
30 binomial, assim como recomendado pelo Grupo de Métodos e Trabalhos da ICCAT (ORTIZ,  
31 2006). O índice de CPUE padronizado é o produto dos coeficientes estimados desses dois  
32 modelos. Foi assumido que os coeficientes para os níveis da variável "ano" não são  
33 influenciados por variações da capturabilidade, ou seja, não foram considerados os avanços  
34 tecnológicos no período estudado.

1 Os GAMs foram conduzidos pelo método proposto por WISE e BROMHEAD (2004),  
 2 o qual assemelha-se ao método delta-log, constituindo-se na criação de dois modelos: a) o  
 3 primeiro, com os dados de presença e ausência (PA), com distribuição binomial (*link* da  
 4 função “logit<sup>1</sup>”); e b) o segundo, aplicando-se a distribuição gaussiana para os dados de  
 5 presença (P), com base no logaritmo natural da CPUE (ln(CPUE)). As séries temporais dos  
 6 modelos PA e P foram estimados utilizando-se a função predict.gam do pacote estatístico S-  
 7 PLUS (VENABLES e RIPLEY, 1999), para obtenção dos valores médios previstos sendo, em  
 8 seguida, transformadas para os valores originais de CPUE pela expressão  
 9 “exp(PA)/1+exp(PA)”, para o Modelo PA e “exp(ln(CPUE))”, para o modelo P. Os valores  
 10 finais de CPUE padronizadas foram, então, obtidas multiplicando-se ambos os modelos,  
 11 como proposto por WISE e BROMHEAD (op. cit.). Em ambos os modelos, os efeitos não  
 12 lineares foram ajustados pela função suavizadora “spline”. Dessa forma, a formulação geral  
 13 do GAM usada no presente trabalho é expressa da seguinte forma:

14

$$15 \quad P \text{ e } P/A \text{ (LnCPUE)} = \alpha + s(\text{ano}) + s(\text{mês}) + s(\text{latitude}) + s(\text{longitude}) + s(\text{profundidade}) +$$

$$16 \quad s(\text{temperatura}) + s(\text{profundidade da camada de mistura}) + s(\text{anomalia } T^{\circ}) + s(\text{anomalia}$$

$$17 \quad \text{da altura do mar}) + s(\text{componente zonal dos ventos}) + s(\text{componente meridional dos}$$

$$18 \quad \text{ventos}) + e$$

19 onde, “ $\alpha$ ” é a média ou distribuição e “ $e$ ” é o erro aleatório adicionado ao modelo.

20

21 O critério utilizado para a seleção das variáveis (inclusão ou exclusão nos modelos)  
 22 foi baseado na probabilidade estatística-teste  $p(F)$  (MAURY et al., 2001). Embora o GAM  
 23 consista numa ferramenta de análise de relações não-paramétricas, sua estimativa do  
 24 intervalo de confiança (IC) assume a hipótese da linearidade. Portanto, optou-se pela  
 25 utilização da técnica de *bootstrap*, mencionada por FIGUEIRAS et al. (sem data) para se  
 26 estimar o IC, a qual é baseada na condição não-paramétrica, permitindo obter a distribuição  
 27 dos resultados estimados e corrigir tendências das estimativas, além de construir os  
 28 intervalos de confiança pontuais.

29 A distribuição dos resíduos e as correlações entre resíduos e valores ajustados foram  
 30 analisadas para verificar se as hipóteses de distribuição são aceitáveis. O ajuste final foi  
 31 analisado em termos do pseudo-coeficiente de determinação (*pseudo-r<sup>2</sup>*), definido como a

---

<sup>1</sup> A função *link* estabelece uma conexão matemática entre parâmetros (componente linear e média da distribuição). Há uma função de ligação natural para cada distribuição (Ortiz e Arocha, 2004; Venables e Dichmont, 2004).

1 fração da variância total explicada pelo modelo, e da variância residual (MAURY et al.,  
2 2001).

3 Para os modelos com distribuição binomial, a função *logit*, foi utilizada como função  
4 de ligação (*link*) entre a componente (função) linear dos parâmetros conhecidos ( $\eta$ ), e o erro  
5 binomial, ou média ( $\mu$ ) (McCULLAGH E NELDER 1989, DOBSON 2002).

6 Os modelos finais padronizados obtidos por ambos os métodos (GLM e GAM) foram  
7 comparados por ANOVA Qui-quadrado ( $p=0,05$ ), assim como pela análise da dispersão dos  
8 parâmetros, pseudo- $r^2$  e Erro Padrão.

9

10

### 11 3. RESULTADOS

12

13 A Figura 1 mostra a probabilidade normal dos resíduos e a distribuição dos resíduos  
14 dos modelos, demonstrando uma distribuição bem próxima da normal, em ambos os  
15 métodos de padronização. Esses resultados indicam que os modelos foram bem ajustados e  
16 que o erro assumido foi bastante satisfatório para ambos os modelos.

17 Embora todos os modelos obtidos (nominal e padronizados) tenham apresentado  
18 uma mesma tendência de declínio, o modelo gerado através do GAM se mostrou um pouco  
19 melhor ajustado do que o do GLM, apresentando uma maior variância explicada (pseudo-  
20  $r^2=0,22$  e  $0,19$  respectivamente) e menor variação residual, dispersão e erro padrão. A  
21 diferença estatística entre os modelos foi altamente significativa, de acordo com o teste  
22 ANOVA Qui-quadrado ( $p=0,001$ ) (Tabela 1).

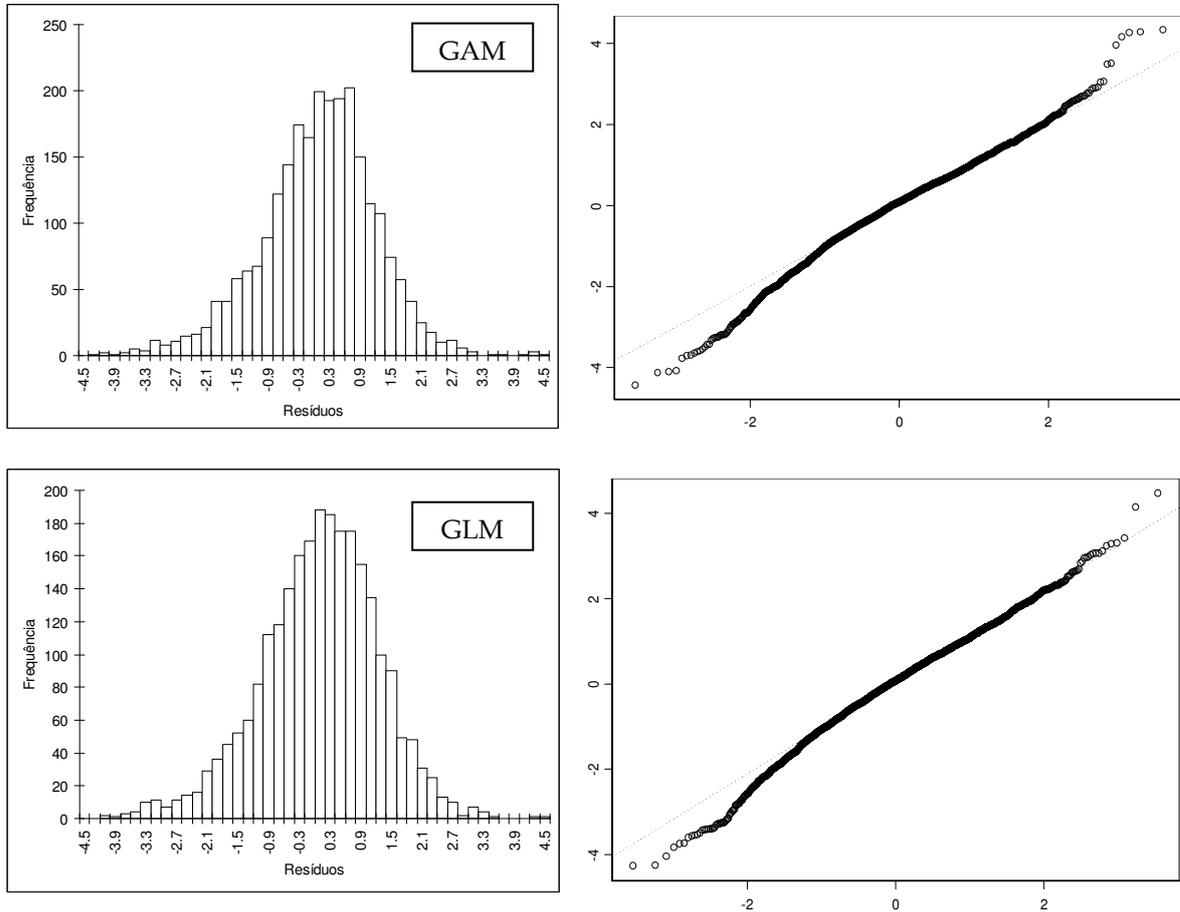
23 As séries de CPUE padronizadas diferem moderadamente da CPUE nominal, a qual  
24 apresenta uma tendência de relativa estabilidade até finais dos anos 80, seguida de um forte  
25 declínio em 1990, recuperando-se no ano seguinte e voltando a cair, progressivamente, até  
26 1996. Entre 1997 e 2001 a CPUE volta a crescer, vindo a sofrer uma nova redução em 2002,  
27 quando atingiu o seu menor valor. A partir deste ano, em 2003 e 2004, a CPUE nominal  
28 apresentou uma discreta recuperação (Figura 2).

29 As séries de CPUE padronizadas por GAM apresentaram pequeno declínio entre  
30 1986 e 1992. Em 1993 foi observado o menor valor entre os anos 90, mostrando alguma  
31 recuperação no final da mesma década. Após um novo declínio, contudo, partir de 2000, a  
32 CPUE passou a exibir estabilidade (Figuras 2 e 3).

33 Já as CPUEs padronizadas por GLM apresentaram as maiores oscilações bem maiores  
34 que as séries nominal e padronizada pelo GAM. A partir de um valor máximo alcançado em

1 1982, os valores de CPUE se reduzem progressivamente, com fortes oscilações anuais, até um  
 2 mínimo, próximo ao zero, em 1994. Volta a crescer significativamente em 1997, atinge um  
 3 novo mínimo em 2000, e sobe de novo até 2003, reduzindo-se, novamente em 2004.

4



5

6 Figura 1. Probabilidade normal e distribuição dos resíduos dos modelos padronizados por  
 7 GAM e GLM.

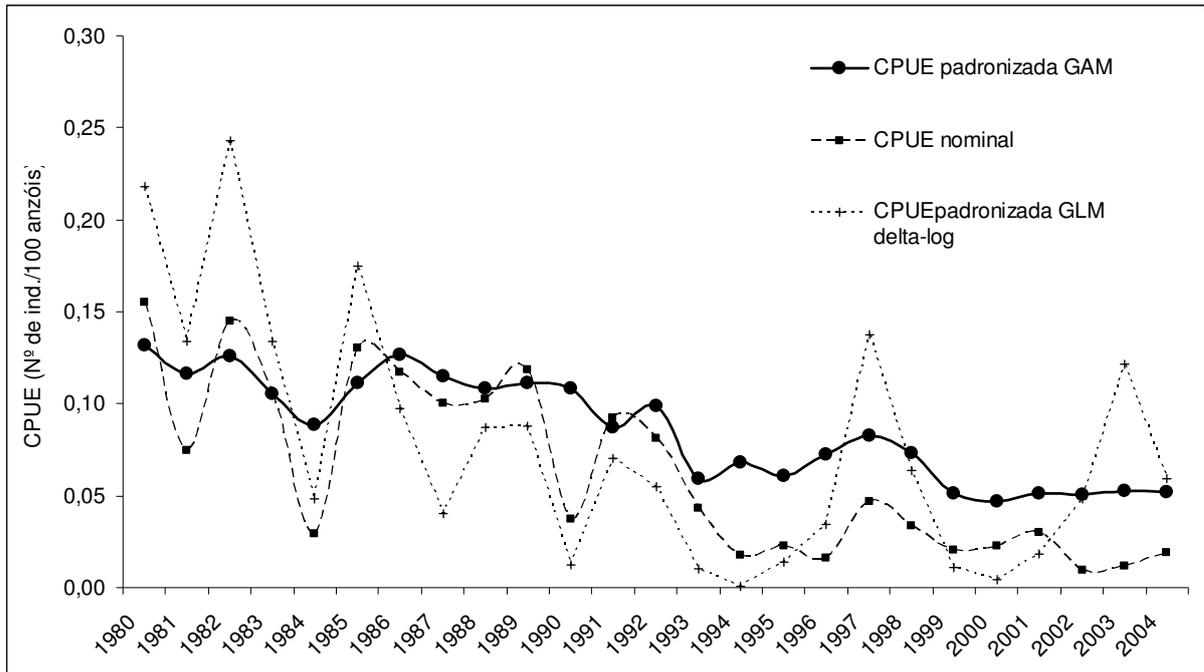
8

9

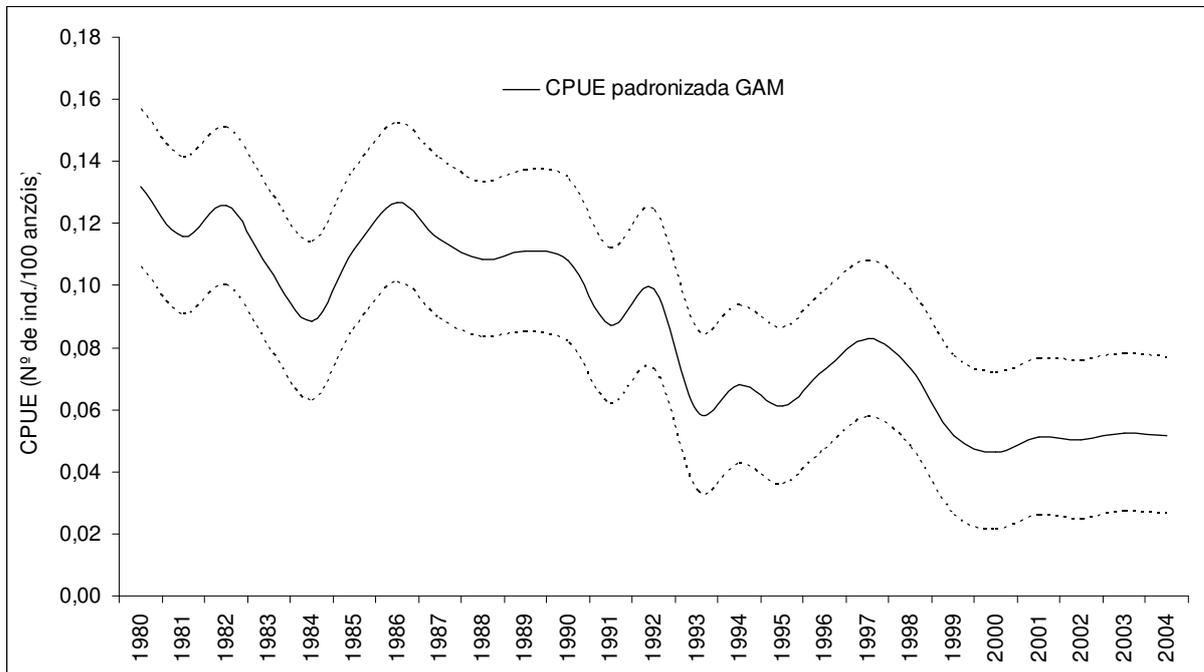
10 Tabela 1. Parâmetros estatísticos obtidos para os modelos padronizados por GAM e GLM

Modelos	Varição residual	Varição nula	Erro Padrão	Pseudo R <sup>2</sup>	Dispersão	X <sup>2</sup>
GAMp	3124.43	4024.99	0.03	0.22	1.28	0.001
GLMp	3269.99	4024.99	0.20	0.19	1.34	

11



1  
2  
3  
4  
5  
Figura 2. Séries de CPUE nominal e padronizadas por GAM e GLM para o agulhão branco *T. albidus* capturado no período de 1980 a 2004 pela frota espinheleira brasileira.



6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
Figura 3. CPUE padronizadas por GAM com intervalo de confiança IC estimado pelo *bootstrap* para o agulhão branco *T. albidus* capturado no período de 1980 a 2004 pela frota espinheleira brasileira.

#### 1 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

2  
3 A principal questão para a padronização da CPUE é tentar remover dos dados  
4 quaisquer variações devido a outros efeitos, além da abundância do peixe. Tal técnica  
5 usualmente envolve estatística multivariada, com a CPUE como a variável dependente,  
6 explicada por diversas variáveis independentes exploratórias, inclusive ano (GAVARIS 1980,  
7 KIMURA 1981, OLSEN E LAEVASTU 1983 apud WISE E BROMHEAD 2004). As principais  
8 ferramentas estatísticas utilizadas para este fim são os modelos lineares e aditivos  
9 generalizados (GLMs e GAMs), os quais podem ser aplicados sempre que se pretenda  
10 analisar a influência de variáveis independentes, sobre uma variável dependente, sendo,  
11 portanto, aplicados em estudos de diversas áreas, como política (BECK e JACKMAN, 1998),  
12 economia (LINTON e HÄRDLE, 1996), epidemias (SCHWARTZ, 1994), medicina preventiva  
13 (TOBIAS e SAEZ, 2004; FIGUEIRAS *et al.*, sem data), etc.

14 No presente trabalho, o modelo obtido a partir dos índices padronizados pelo GAM  
15 apresentaram melhor ajuste que o mesmo pelo GLM. A possibilidade de inclusão de  
16 variáveis de diversas ordens que afetam a pesca de *T. albidus* explica, em parte, os bons  
17 resultados gerados na utilização do GAM. O GAM também se mostrou uma ferramenta  
18 adequada na análise de dados com elevada porcentagem de zeros (74%) o que,  
19 evidentemente, é comum em dados de captura e esforço de uma espécie que, como o  
20 agulhão branco, compõe a fauna acompanhante da pescaria.

21 Os resultados obtidos mostraram a importância da inclusão dos fatores analisados. A  
22 regressão não-paramétrica relaxa a hipótese de linearidade, o que possibilita revelar uma  
23 estrutura de relações não-lineares entre as variáveis dependente e independentes (ex.  
24 variáveis espaciais, temporais e ambientais) no mesmo modelo, tornando o GAM uma  
25 importante ferramenta para estudar relações funcionais entre o peixe e o ambiente, uma vez  
26 que tal processo acomoda uma ampla variedade de formas funcionais e não requer  
27 estabelecimento de hipóteses (BELLIDO *et al.* 2001; SAS, 2001).

28 Segundo HINTON e MAUNDER (2004), o GAM proporciona uma grande  
29 flexibilidade na expressão de relações entre variáveis explanatórias e CPUE, expandindo  
30 significativamente a possibilidade de relações, as quais podem ser consideradas durante o  
31 processo de padronização.

32 GLM é um processo estatisticamente mais robusto que GAM, produz baixa  
33 complexidade em expressões matemática e resolução preditiva mais uniforme, mas requer  
34 análises preliminares das relações funcionais (AGENBAG. *et al.*, 2003). Ainda, GLM enfatiza

1 estimativa e inferência para os parâmetros do modelo, enquanto GAM focaliza a exploração  
2 dos dados de forma não-paramétrica. A distribuição normal pode não ser adequada para  
3 modelar interações discretas. GAM supera essa dificuldade, estendendo os modelos aditivos  
4 para muitas outras distribuições, além da normal, podendo ser aplicado a uma variedade  
5 muito maior de análises. Logo, GAM parece ser mais adequado para analisar dados, que  
6 apresentem associações não paramétricas, permitindo uma melhor visualização das relações  
7 entre a variável dependente e as variáveis independentes (SAS, 2001), aspecto amplamente  
8 descrito na forma de relações não-lineares entre o ambiente e o peixe (Ex. BIGELOW *et al.*,  
9 1999; WALSH e KLEIBER, 2001; AGENBAG. *et al.*, 2003; ZAGAGLIA, 2003; HAZIN *et al.*,  
10 2004; WALSH *et al.*, 2005).

11 No presente trabalho, entre os anos de 1993 e 1996, os modelos nominal e GLM  
12 apresentaram CPUEs baixíssimas (em torno de 0 a 0,05 ind capturados/100 anzóis). Em 1995,  
13 a ICCAT resolveu através da recomendações 95-12, de 21 de dezembro de 1995 e 96-09, de 3  
14 de fevereiro de 1997, que as partes contratantes deveriam promover a soltura voluntária de  
15 agulhões branco capturados vivos pelas suas embarcações comerciais e esportivas. No  
16 presente trabalho, entre 1996 e 1997 observou-se uma razoável recuperação dos índices de  
17 captura, que voltaram a cair, em todos os modelos obtidos, entre 1998 e 2001. A partir de  
18 então, o modelo padronizado pelo GAM apresentou grande estabilidade nos índices de  
19 captura (entre 2000 a 2004). Tal resultado pode ser traduzido, em algum grau como sucesso  
20 das medidas de manejo adotadas.

21 Segundo o SCRS/ICCAT (2005), as capturas de agulhão branco tem sido inferiores a  
22 1000t desde 2000. As capturas comunicadas para 2004 foram de 532t, mostrando um ligeiro  
23 decréscimo em relação a 2003. Já as capturas comunicadas pelo Brasil para 2004 são  
24 notavelmente inferiores a anos anteriores. Segundo o comitê, essa diminuição é, pelo menos  
25 em parte, o resultado da implementação da recomendação da ICCAT obrigando a liberação  
26 de agulhões capturados vivos, do embarque de observadores de bordo e da redução do  
27 esforço de pesca. No entanto, no mesmo documento, o comitê considera provável que as  
28 capturas de agulhão branco estejam subestimadas.

29 Em maio de 2006, o Comitê Permanente de Pesquisa e Estatística da ICCAT deverá  
30 realizar uma nova avaliação dos estoques de agulhão branco e negro no Oceano Atlântico. A  
31 expectativa é de que os dados aqui analisados, com as séries padronizadas de CPUE  
32 resultantes dos mesmos, possam contribuir para uma avaliação mais precisa dos estoques,  
33 aspecto de grande relevância política para o País, uma vez que o mesmo responde por uma  
34 das maiores parcelas da captura total do agulhão branco no Oceano Atlântico.

## 1 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 2
- 3 AGENBAG, J.J.; RICHARDSON, A.J.; DEMARCO, H.; FREYON, P.; WEEKS, S.;  
4 SHILLINGTON, F.A. 2003 Estimating environmental preferences of South African  
5 pelagic fish species using catch size- and remote sensing data. *Progress in Oceanography*,  
6 59: 275–300.  
7
- 8 ANDRADE, H.A. 2006a Standardized CPUE for the Blue Marlin (*Makaira nigricans*) caught in  
9 the west of South Atlantic. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*,  
10 *Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 59. SCRS/2005/046. (in press).  
11
- 12 ANDRADE, H.A. 2006b Analysis of aggregated fishing data using delta generalized linear  
13 models: white marlin (*Tetrapturus albidus*) caught by the Brazilian long-line fleet.  
14 *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*, *Collective Volume of*  
15 *Scientific Papers*, Madrid, 59. SCRS/2005/105. (in press).  
16
- 17 AROCHA, F. e ORTIZ, M. 2003 Standardized catch rates for blue marlin (*Makaira nigricans*)  
18 and white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the venezuelan pelagic longline fishery off  
19 the Caribbean sea and the western central Atlantic. *International Commission for the*  
20 *Conservation of Atlantic Tunas*, *Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 55(2): 649-  
21 659.  
22
- 23 AROCHA, F.; MARCANO, L.A.; VALLE, M.; KLEISNER, K.; DIE, D. 2006a Catch rates for  
24 white marlin (*Tetrapturus albidus*) and blue marlin (*Makaira nigricans*) from small scale  
25 fishery off La Guaira, Venezuela: Period 1991-2004. *International Commission for the*  
26 *Conservation of Atlantic Tunas*, *Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid  
27 SCRS/2005/026. (in press).  
28
- 29 AROCHA, F.; LAREZ, A.; MARCANO, J.; BARRIOS, A.; GUTIERREZ, X.; DEBROT, D.;  
30 ORTIZ, M. 2006b Standardized catch rates for white marlin (*Tetrapturus albidus*) from  
31 the Venezuelan artisanal pelagic longline fishery off the caribbean sea and adjacent  
32 areas: period 1992-2003. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*,  
33 *Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, SCRS/2005/064 (in press).  
34
- 35 AROCHA, F. e ORTIZ, M. 2006 Standardized catch rates for blue marlin (*Makaira nigricans*)  
36 and white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the Venezuelan pelagic longline fishery off  
37 the Caribbean sea and the western central Atlantic: Period 1991-2004. ICCAT SCRS  
38 2005/025 (in press).  
39
- 40 BANNEROT, S.P. e AUSTIN, C.B. 1983 Using frequency distributions of catch per unit effort  
41 to measure fish-stock abundance. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 608-617.  
42
- 43 BECK, N e JACKMAN, S. 1998 Beyond Linearity by default: Generalized Additive Models.  
44 *American Journal of Political Science*, University of Texas at Dallas, 42(2): 596-627.  
45

- 1 BELLIDO, J.M.; PIERCE, G.J.; WANG, J. 2001 Modelling intra-annual variation in abundance  
2 of squid *Loligo forbesi* in Scottish waters using generalised additive models. *Fisheries*  
3 *Research*, 52: 22-39.  
4
- 5 BIGELOW, K.A.; BOGGS, C.H.; HE, X. 1999 Environmental effects on swordfish and blue  
6 sharks catch rates in the U.S. North Pacific longline fishery. *Fisheries Oceanography*, 8:  
7 178-198.  
8
- 9 CAMPBELL, R. A. 2004 CPUE standardisation and the construction of indices of stock  
10 abundance in a spatially varying fishery using general linear models. *Fisheries Research*,  
11 70: 209-227.  
12
- 13 CHANG, S. 2003 Analysis of Taiwanese white marlin catch data and standardization of catch  
14 rates. . *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of*  
15 *Scientific Papers*, Madrid, 55(2): 453-466.  
16
- 17 DIAZ, G.A. e ORTIZ, M. 2006a Updated white marlin (*Tetrapturus albidus*) and blue marlin  
18 (*Makaira nigricans*) catch rates from the US recreational tournament fishery in the  
19 Northwest Atlantic and the US Gulf of Mexico 1973-2004. . *International Commission for*  
20 *the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 12p.  
21 SCRS/2005/030 (in press).  
22
- 23 DIAZ, G. A. e ORTIZ, M. 2006b Updated white marlin (*Tretapturus albidus*) and blue marlin  
24 (*Makaira nigricans*) catch rates from the U.S. pelagic longline fishery in the northwest  
25 Atlantic and Gulf of Mexico . *International Commission for the Conservation of Atlantic*  
26 *Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 16p. SCRS/2005/031 (in press).  
27
- 28 DOBSON, A. J. 2002 An introduction to generalized linear models. 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and  
29 Hall/CRC. 225 p.  
30
- 31 FIGUEIRAS, A.; ROCA-PARDIÑAS, J. e CADARSO-SUÁREZ (sem data) Avoiding the effect  
32 of concurrency in Generalized Additive Models in time-series studies of air pollution.  
33 12p.  
34
- 35 GAVARIS, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from  
36 commercial data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 37: 2272-2275.  
37
- 38 GUIBAN, A.; EDWARDS, T. C.; HASTIE, T.Jr. 2002 Generalized linear and generalized  
39 additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological*  
40 *Modelling*, 157: 89-100.  
41
- 42 GULLAND, J. A. 1983 *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. New York: John Wiley  
43 and Sons eds. 422p.  
44

- 1 HAZIN, H. G.; HAZIN, F. H. V.; TRAVASSOS, P. 2004 *Relatório final do Programa REVIZEE*.  
2 Recife. 250p.  
3
- 4 HILBORN, R. e WALTERS, C.J. 1992. *Quantitative Fisheries Stock Assessment – Choice,*  
5 *Dynamics and Uncertainty*. London: Chapman and Hall. 570p.  
6
- 7 HINTON, M.G. e MAUNDER, M.N. 2004 Methods for standardizing CPUE and how to  
8 select among them. . *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas,*  
9 *Collective Volume of Scientific Papers, Madrid, 56(1): 169-177.*  
10
- 11 HINTON, M.G.; MAUNDER, M.N.; JONES, C.D.; JUDGE, M.T.; ORTIZ, M. 1998  
12 Standardization of recreational CPUE for blue and white marlin in the western north  
13 Atlantic ocean 1973-1995. . *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas,*  
14 *Collective Volume of Scientific Papers, Madrid, 47: 279-287.*  
15
- 16 ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) 2005  
17 Compendium Management Recommendations and Resolutions adopted by ICCAT for  
18 the Conservation of Atlantic tunas and tuna-like species. PLE-010/2005, october. 197p.  
19
- 20 KIMURA, D.K. 1981 Standardized measures of relative abundance based on modelling log  
21 (CPUE), and their application to Pacific ocean Perch (*Sebastes alutus*). *Journal of Conseil*  
22 *International pour l'Exploration de la Mer (ICES), Copenhagen, Denmark, 39: 211-218.*  
23
- 24 LINTON, O. B. e HÄRDLE, W. 1996 Estimation of additive regression models with known  
25 links. *Biometrika, Oxford University, 86(3): 529-540*  
26
- 27 MAURY, O.; GASCUEL, D.; MARSAC, F.; FONTENEAU, A.; DE ROSA, A. L. 2001  
28 Hierarchical interpretation of nonlinearly relationships linking yellowfin tuna  
29 (*Thunnus albacares*) distribution to the environment in the Atlantic Ocean, *Canadian*  
30 *Journal of Fishery and Aquatic Science, 58: 458-469.*  
31
- 32 McCULLAGH, P. e NELDER, J.A. 1989 *Generalized Linear Models*. London: Chapman and  
33 Hall. 513p.  
34
- 35 PAULY, D. 1984 *Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for use with*  
36 *Programmable Calculators*. ICLARM Stud. Rev. (8):325 p.  
37
- 38 PUNT, A. E; WALKER, T. I.; TAYLOR, B. L.; PRIBAC, F. 2000 Standardization of catch and  
39 effort data in a spatially-structured shark fishery. *Fisheries Research, 45: 129-145.*  
40
- 41 ORTIZ, M. e FARBER, M.I. 2001 Standardized catch rates for blue marlin (*Makaira nigricans*)  
42 and white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the U.S. recreational tournaments fishery in  
43 the northwest Atlantic and the gulf of Mexico. . *International Commission for the*  
44 *Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers, Madrid, 53: 216-230.*  
45

- 1 ORTIZ, M. e SCOTT, G.P. 2001 Standardized catch rates for blue marlin (*Makaira nigricans*)  
2 and white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the U.S. pelagic longline fishery in the  
3 Northwest Atlantic and the Gulf of Mexico. . *International Commission for the*  
4 *Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 53: 231-248.  
5
- 6 ORTIZ, M. 2003 Standardized catch rates for white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the U.S.  
7 recreational tournaments fishery in the northwest Atlantic and the gulf of Mexico.  
8 SCRS/2002/066. . *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas,*  
9 *Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 55(2): 529-540.  
10
- 11 ORTIZ, M. e SCOTT, G.P. 2003 Standardized catch rates for white marlin (*Tretapturus albidus*)  
12 and blue marlin (*Makaira nigricans*) from the pelagic longline fishery in the northwest  
13 Atlantic and the gulf of Mexico. *International Commission for the Conservation of Atlantic*  
14 *Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 55(2): 511-528.  
15
- 16 ORTIZ, M. e AROCHA, F. 2004 Alternative error distribution models for standardization of  
17 catch rates of non-target species from a pelagic longline fishery: billfish species in the  
18 Venezuelan tuna longline fishery. *Fisheries Research*, 70: 275-297.  
19
- 20 ORTIZ, M. 2006 Evaluating CPUE standardization models with simulated catch and effort  
21 data from pelagic longline fisheries of Atlantic billfishes. Preliminary Report  
22 *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of*  
23 *Scientific Papers*, Madrid, SCRS/2005/27. (in press).  
24
- 25 RICHARDS, L.J e SCHNUTE, J.T. 1986 An experimental and statistical approach to the  
26 question: Is CPUE an index of abundance? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic*  
27 *Science*, 43: 1214-1227.  
28
- 29 RICHARDS, L.J. e SCHNUTE, J.T. 1992 Statistical models for estimating CPUE from catch  
30 and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 49: 1315-1327.  
31
- 32 SAS Institute Inc. 2001 The GAM procedure. In: SAS/STAT software: changes and  
33 enhancements, Release 8.2. Cary, NC/USA: SAS Institute Inc. 74p.  
34
- 35 SCRS/ICCAT 2005 Informe del Comitê Permanente de Investigacion y Stadística (SCRS)  
36 PLE-013 Madrid Espana. 3 a 7 de octubre de 2005. 187p.  
37
- 38 SCHWARTZ J. 1994 Nonparametric smoothing in the analysis of air pollution and  
39 respiratory illness. *Canadian Journal of Statistics*, Statistical Society of Canada, Ontario,  
40 22: 471-87.  
41
- 42 STEPHENS, A. e MACCALL, A. 2004 A multispecies approach to subsetting logbook data  
43 for purposes of estimating CPUE. *Fisheries Research*, 70: 299-310.  
44

- 1 STONE, C.J. 1985 Additive Regression and Other Nonparametric Models. *Annals of Statistics*,  
2 13: 689-705.  
3
- 4 TOBIAS, A. e SAEZ, M. 2004 Time-regression models to study the short-term effects of  
5 environmental factors on health. Girona, 21p.  
6
- 7 UOZUMI, Y. 1998 Standardization of CPUE for white marlin caught by Japanese longline  
8 fishery in the Atlantic. SCRS/1996/094. . *International Commission for the Conservation of*  
9 *Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 47: 255-265.  
10
- 11 VENABLES, W. N. e RIPLEY, B. D. 1999 *Modern Applied Statistics with S-Plus*. 3ª edição New  
12 York: Springer-Verlag.  
13
- 14 VENABLES, W.N. e DICHMONT, C.M. 2004 GLMs, GAMs and GLMMs: an overview of  
15 theory for applications in fisheries research. *Fisheries Research*, 70: 319-337.  
16
- 17 WALSH, W.A. e KLEIBER, P. 2001 Generalized additive model and regression tree analyses  
18 of blue shark (*Prionace glauca*) catch rates by the Hawaii-based commercial longline  
19 fishery. *Fisheries Research*, 53: 115-131.  
20
- 21 WALSH, W. A.; KLEIBER, P.; MCCRACKEN, M. 2002 Comparison of logbook reports of  
22 incidental blue shark catch rates by Hawaii-based longline vessels to fishery observer  
23 data by application of a generalized additive model. *Fisheries Research* , 58: 79-94.  
24
- 25 WALSH, W.A.; ITO, R.Y.; KAWAMOTO, K.E.; MCCRACKEN, M. 2005 Analysis of logbook  
26 accuracy for blue marlin (*Makaira nigricans*) in the Hawaii-based longline fishery with a  
27 generalized additive model and commercial sales data. *Fisheries Research*, 75: 175-192.  
28
- 29 WISE, B. e BROMHEAD, D. 2004 Striped marlin abundance: Standardization of CPUE In:  
30 BROMHEAD, D.; PEPPERELL, J.; WISE, B.; FINDLAY, J. *Striped marlin: biology and*  
31 *fisheries*. Canberra: Bureau of Rural Sciences. cap.8. p.171-194  
32
- 33 YOKAWA, K.; TAKEUCHI, Y.; OKAZAKI, M.; UOZUMI, Y. 2001 Standardizations of CPUE  
34 of blue marlin and white marlin caught by Japanese longliners in the Atlantic ocean. .  
35 *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of*  
36 *Scientific Papers*, Madrid, 53: 345-355.  
37
- 38 ZAGAGLIA, C.R. 2003 *Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à pesca de atuns no Atlântico*  
39 *Oeste Equatorial*. São Paulo. 180p. (Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de  
40 Pesquisas Espaciais, São José dos Campos).

1 **BIOLOGIA REPRODUTIVA DO AGULHÃO BRANCO *Tetrapturus albidus* POEY 1860**  
2 **CAPTURADO PELA FROTA ESPINHELEIRA COMERCIAL SEDIADA NO NORDESTE**  
3 **DO BRASIL.**

4

5

6 REPRODUCTIVE BIOLOGY OF WHITE MARLIN *Tetrapturus albidus* POEY 1860 CAUGHT  
7 BY COMMERCIAL BRAZILIAN LONGLINE FLEET BASED IN THE NORTHEAST BRAZIL

8

9

10

11

12

13 Igor da Mata OLIVEIRA<sup>1</sup>, Humberto G. HAZIN<sup>2</sup>, Fábio H. HAZIN<sup>3</sup>, Paulo TRAVASSOS<sup>4</sup>,  
14 Patrícia PINHEIRO<sup>5</sup>

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25 <sup>1</sup> Bolsista CAPES, Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura - UFRPE

26 <sup>2</sup> Bolsista CNPq, Universidade do Algarve, Portugal - UALG

27 <sup>3</sup> Laboratório de Oceanografia Pesqueira, LOP - UFRPE

28 <sup>4</sup> Laboratório de Ecologia Marinha, LEMAR - UFRPE

29 <sup>5</sup> Bolsista CNPq, Doutorado em Oceanografia - UFPE

30

31 \* Endereço do autor: Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Departamento de Pesca e  
32 Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

33 Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife -PE, Brasil. CEP: 52171-900

34 Tel./Fax: 81-3320-6512; E-mail: igordamata@ig.com.br

**RESUMO**

A pesca de atuns com espinhel no Oceano Atlântico promove capturas consideráveis de agulhão branco *Tetrapturus albidus* como fauna acompanhante. Amostras biológicas e informações de pesca foram coletadas pelos observadores de bordo da frota atuneira arrendada, sediada no nordeste do Brasil, a qual opera principalmente no Atlântico Equatorial, entre 5°N e 5°S, com o objetivo de promover estudos acerca da biologia reprodutiva da espécie. O presente trabalho apresenta informações sobre o desenvolvimento gonadal, variação mensal do índice gonadal e estimativa de comprimento de primeira maturação sexual. Também é apresentada uma análise da influência de fatores espaciais (profundidade do local de pesca), temporais (ano, mês) e ambientais (anomalia e temperatura da superfície do mar) sobre o desenvolvimento gonadal da espécie, através de modelos aditivos generalizados (GAM). O comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) foi igual a 139cm de mandíbula inferior-furca para machos e a 147cm para fêmeas. Mês e temperatura se mostraram os fatores com maior influência sobre o desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas. O índice gonadal médio mensal do agulhão branco na região equatorial do Atlântico foi máximo, para ambos os sexos em maio e junho.

Palavras-chave: agulhão branco, biologia reprodutiva, Nordeste do Brasil.

**ABSTRACT**

The tuna longline fishery in the Atlantic Ocean catches a considerable amount of white marlin *Tetrapturus albidus*, as by-catch. Aiming at studying the reproductive biology of the species, biological samples and fisheries data were collected by observers on board of the chartered Brazilian tuna longline fleet, based in northeast Brazil, which operates mainly in the equatorial Atlantic, between the latitudes of 5° N and 5° S. In the present work, data on gonad development, monthly variation of gonad index and size at first maturity are presented. The influence of spatial (depth of fishing ground), temporal (month and year) and environmental factors (anomaly and sea surface temperature) on gonad development was also analyzed by means of Generalized Additive Models (GAM). Size at first sexual maturity ( $L_{50}$ ) was estimated as 139 cm (low jaw- fork length/ LJFL), for males, and 147 cm, for females. Month and temperature were the factors with the greatest influence on male and female gonadal development. The monthly mean gonad index of the white marlin in equatorial Atlantic was highest, for both sexes in May and June.

Key-words: White marlin, reproductive biology, northeast Brazil.

## 1. INTRODUÇÃO

O agulhão branco *Tetrapturus albidus* é uma espécie oceânica, pelágica e migradora, encontrada principalmente acima da termoclina. Habita águas tropicais, subtropicais e, mais raramente, temperadas, do oceano Atlântico e mares adjacentes (NAKAMURA, 1985; MATHER *et al.*, 1975; SCRS/ICCAT, 2004). Sua pesca se caracteriza pela grande diversidade de participantes, não se constituindo, contudo, em uma espécie alvo de pescarias comerciais, nas quais ocorre, porém, freqüentemente, como fauna acompanhante, como no caso da pesca com espinhel, dirigida a atuns e ao espadarte (ICCAT, 2001a; SCRS/ICCAT, 1999, 2004). A frota espinheleira comercial brasileira, por exemplo, a qual atua sobre uma área considerável, abrangendo a região sudoeste do oceano Atlântico Equatorial, entre 5°N e 25°S e 25° e 40°W, embora possua como espécie alvo o espadarte *Xiphias gladius* e os atuns, também realiza capturas expressivas de agulhões.

Como conseqüência de sua natureza oceânica e altamente migratória, o agulhão branco é capturado atualmente por frotas de vários países, em diversas áreas do Oceano Atlântico. O resultado do esforço de pesca excessivo exercido sobre a espécie foi um forte declínio de suas taxas de captura para níveis perigosamente baixos nas últimas décadas, aumentando a necessidade de medidas de conservação e manejo. Além disso, grande parte dos indivíduos capturados na pesca comercial são descartados ao mar, apesar da sua importância econômica e ecológica, dificultando, sobremaneira, o desenvolvimento de estudos biológicos e, conseqüentemente, uma melhor avaliação de seus estoques. Diversas medidas foram tomadas pela ICCAT, no sentido de solucionar os problemas advindos do descarte, não registro da captura e da alta mortalidade a que os agulhões no Atlântico são submetidos.

Nesse contexto, a geração de informações sobre os parâmetros populacionais do agulhão branco, alguns dos quais são muito pouco conhecidos, particularmente no Atlântico Sul (SCRS/ICCAT, 1999; ANÔNIMO, 2004; SCRS/ICCAT, 2004), torna-se especialmente relevante. Com esse objetivo, o presente trabalho apresenta importantes informações acerca da estrutura populacional e da influência de fatores espaciais, temporais e ambientais sobre o desenvolvimento gonadal e a maturidade sexual do agulhão branco *Tetrapturus albidus* capturado pela frota espinheleira arrendada, sediada no Nordeste do Brasil. A expectativa é de que as informações geradas possam contribuir com avaliações mais precisas do estoque de agulhão branco e, conseqüentemente, com a sustentabilidade da pesca oceânica de atuns e afins no Atlântico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras e os dados de pesca foram adquiridos através do Programa de Observadores de Bordo da Frota Atuneira Arrendada no Brasil, implementado para as embarcações que atuam nos portos de Recife (PE), Cabedelo (PB) e Natal (RN). O referido Programa promove o embarque de técnicos capacitados a obter informações sobre a pesca durante as campanhas e a coletar amostras biológicas. As amostras examinadas no presente trabalho foram coletadas de novembro de 2004 a novembro de 2005.

Os agulhões foram identificados a bordo, mensurando-se, em seguida, o comprimento da mandíbula inferior até a furca (MIF) e Opérculo-Quilha (OQ). A distribuição de frequência de comprimento do agulhão branco, por sexo, foi calculada para classes de 10cm do comprimento mandíbula-inferior-furca (MIF). Após medidos, os exemplares foram, então, eviscerados, coletando-se as gônadas, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas. Em laboratório, as amostras descongeladas foram conservadas em solução de formol a 10%, pesadas, medidas, examinadas e classificadas conforme as características macroscópicas das gônadas. Para a classificação dos estágios de maturação sexual macroscópica, foi utilizada a escala de OVCHINNIKOV (1971), conforme descrição abaixo:

### FÊMEAS

- Estágio I (imatura) - Gônadas finas, de forma delgada e margem (borda) irregular;
- Estágio II (em desenvolvimento) - Gônadas em forma de sacos arredondados, cercados por uma fina membrana dermal, com várias camadas epiteliais. Vasos sanguíneos pouco desenvolvidos;
- Estágio III (em maturação) - Gônadas em forma de grandes sacos amarelados com presença de ovos opacos, pouco diferenciados da gônada;
- Estágio IV (madura) - Gônadas ocupando mais da metade da cavidade celomática. Presença de ovos opacos, visíveis e bem diferenciados;
- Estágio V (desovada) - Sinais de inflamação visíveis nas gônadas, que se apresentam flácidas, com traços de hemorragia e pouco volumosas.
- Estágio VI (em recuperação) - Gônadas apresentam tamanhos relativamente reduzidos, ocupando menos da metade da cavidade celomática, com poucos ovócitos.

## 1 MACHOS

- 2 • Estágio I (imaturo) - Gônadas finas, de forma delgada e margem (borda) irregular;
- 3 • Estágio II (em desenvolvimento) - Gônada de forma fina, com borda granular opaca.  
4 Secção cruzada (oposta) na forma de um polígono, raramente triangular;
- 5 • Estágio III (em maturação) - Gônada espessa e densa, com a parte externa envolvendo  
6 grãos rosados. Presença de secreção escassa, de cor branca;
- 7 • Estágio IV (maduro) - Aparência externa das gônadas como no estágio III, com maior  
8 volume de secreção, a qual se apresenta um pouco mais viscosa e branca;
- 9 • Estágio V (esvaziado) - Gônadas apresentam tamanhos relativamente reduzidos, com  
10 pouco volume de secreção.

11

12 Foram mensuradas 493 gônadas de aguhão branco, sendo 113 machos e 380 fêmeas.  
13 Observou-se que a conservação do material em formol realça certas características relativas a  
14 cada sexo, permitindo uma melhor classificação gonadal, aspecto relevante para a espécie,  
15 devido à grande similaridade entre as gônadas de machos e fêmeas em alguns estádios  
16 maturacionais. As amostras processadas foram analisadas por estágio a cada mês, ao longo  
17 do ano de estudo, a fim de se inferir sobre a variação anual do desenvolvimento gonadal na  
18 área de pesca.

19 Para comparação do número de amostras obtidas de machos e fêmeas, foi aplicado o  
20 teste ANOVA Qui-quadrado, ao nível de significância  $p=0,01$ .

21 Para o cálculo do Índice Gonadal (IG), foi utilizada a equação proposta por  
22 SCHAEFFER e ORANGE (1956):  $IG = PG \times 10^5 / MIF^3$ , onde PG = peso da gônada. O IG  
23 fornece um indicativo do possível período de desova, a partir da relação entre o peso dos  
24 ovários e o tamanho do indivíduo. A variação sazonal do IG de machos e fêmeas foi avaliada  
25 com vistas a se determinar o período do ano com maior atividade reprodutiva. Os  
26 indivíduos classificados como "imaturos" (estádio I) foram, naturalmente, excluídos das  
27 análises do IG.

28 A relação entre a variável resposta IG e o mês, além de outras variáveis  
29 independentes, como profundidade do local de pesca, temperatura e anomalia da  
30 temperatura da superfície do mar foram analisadas através de um modelo aditivo  
31 generalizado (GAM). Os efeitos não lineares dos modelos foram ajustados pela função  
32 suavizadora "loess". Dessa forma, a formulação do GAM usada no presente trabalho é  
33 expressa da seguinte maneira:

34

1  $\text{Ln}(\text{IG}(\varphi, \delta)) = \alpha + \text{lo}(\text{mês}) + \text{lo}(\text{bath}) + \text{lo}(\text{SST}) + \text{lo}(\text{SSA}) + e$

2 onde:

3  $\alpha$  é a média;

4 bath é a profundidade do local de pesca;

5 SST é a temperatura da superfície do mar;

6 SSA é a anomalia da temperatura da superfície do mar; e

7  $e$  é o erro aleatório adicionado ao modelo.

8

9 Os gráficos de resíduos parciais foram utilizados para mostrar a natureza da relação  
10 entre as variáveis, apresentando o efeito relativo das variáveis explicativas sobre a variável  
11 dependente (IG).

12 A profundidade do lançamento do espinhel foi obtida do National Geophysical Data  
13 Center (ETOPO5- Earth Topography 5min). A temperatura da superfície do mar e a  
14 anomalia da temperatura da superfície do mar foram obtidas do Physical Oceanography  
15 Distributed Active Archive Center do Jet Propulsion Laboratory/NASA, Geophysical Fluid  
16 Dynamics Lab/ocean data IRI/ARCS/Ocean assimilation e do Centre ERS d'Archivage et  
17 de Traitement (CERSAT) do IFREMER. Todas as variáveis foram obtidas por ano, mês,  
18 latitude e longitude, em uma resolução de  $0,5^\circ \times 0,5^\circ$  sendo, em seguida, agrupadas em  
19 quadrantes de  $1^\circ \times 1^\circ$  em valores médios, de forma que pudessem ser adicionadas ao banco  
20 de dados. Devido à concentração das capturas realizadas pela frota sediada no Nordeste,  
21 entre  $5^\circ\text{N}$  e  $5^\circ\text{S}$  de latitude, com poucas ocorrências ao sul dessa área, optou-se por limitar-se  
22 a análise aos dados obtidos entre essas latitudes, suprimindo-se, conseqüentemente, as  
23 variáveis espaciais (latitude e longitude) da análise.

24 Para a estimativa do  $L_{50}$ , foi utilizada a frequência relativa (%) de indivíduos adultos  
25 em cada classe de MIF, a partir de uma curva logística (AROCHA, 1997), para ambos os  
26 sexos, obtida através da seguinte expressão:

27

28  $Y = 1 / (1 + \exp(a - b * X))$ , onde

29

30  $Y$  é a frequência relativa de indivíduos não-imaturos por classe de comprimento;

31  $a$  e  $b$  são os coeficientes de regressão linear;

32  $X$  é o MIF médio de cada classe de comprimento;

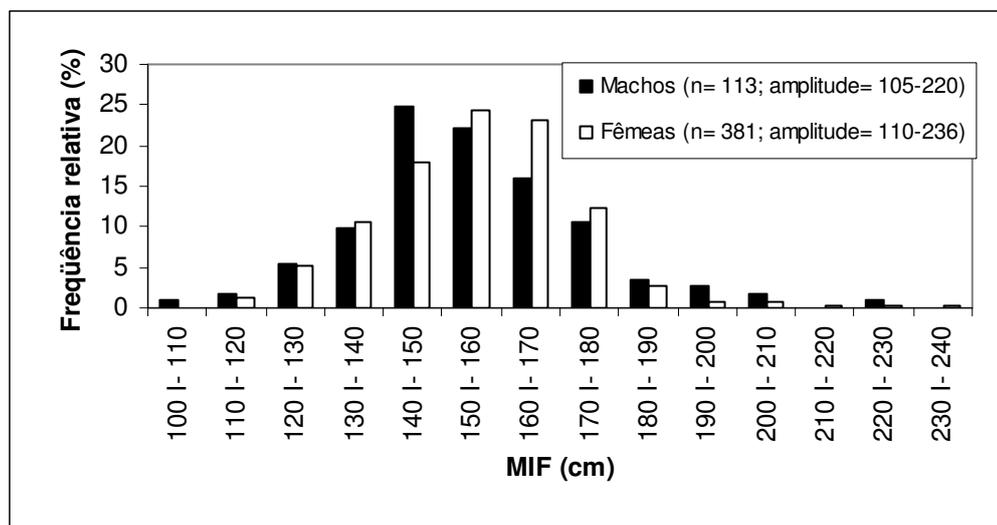
33

1 Foram considerados jovens apenas os indivíduos classificados em estágio I. Os  
 2 estádios II e III foram excluídos dessa análise, por acomodarem tanto indivíduos que estão  
 3 maturando pela primeira vez, quanto indivíduos adultos que já reproduziram outras vezes.  
 4 Os demais estádios (IV, V e VI), naturalmente, foram considerados adultos.

### 7 3. RESULTADOS

#### 9 3.1. Frequência de comprimento e estrutura populacional

10 Os 113 machos examinados mediram entre 105 e 220 cm de MIF, enquanto as 381  
 11 fêmeas apresentaram uma amplitude de 110 a 236 cm MIF. Os machos tiveram maior  
 12 ocorrência de captura na classe de 140 | 150 cm, enquanto as fêmeas foram mais frequentes  
 13 na classe de 150 | 160 cm MIF (Figura 1). O comprimento médio obtido foi igual a 153,9cm  
 14 MIF para os machos e 154,7cm para as fêmeas. As fêmeas foram mais abundantes nas  
 15 capturas em todos os meses amostrados (novembro de 2004 a novembro de 2005) (Tabela 1).



17  
 18 Figura 1. Distribuição de frequência de comprimento de machos e fêmeas de agulhão branco  
 19 capturados na costa Nordeste do Brasil por embarcações espinheleiras  
 20 arrendadas, entre novembro de 2004 e novembro de 2005.

21  
 22  
 23  
 24  
 25

1 Tabela 1. Número de gônadas de machos (M) e de fêmeas (F) de agulhão branco por mês,  
 2 coletadas pelo Programa de Observadores de Bordo da frota atuneira arrendada  
 3 sediada no Nordeste do Brasil.

	Nov- 04	Dez- 04	Jan- 05	Fev- 05	Mar- 05	Abr- 05	Mai- 05	Jun- 05	Jul- 05	Ago- 05	Set- 05	Out- 05	Nov- 05
<b>M</b>	0	7	0	1	0	10	3	16	9	7	19	17	24
<b>F</b>	1	25	13	10	5	24	26	35	33	50	59	61	39
<b>Total</b>	1	32	13	11	5	34	29	51	42	57	78	78	63

4

5 O teste ANOVA Qui-quadrado aplicado sobre a proporção de machos e fêmeas  
 6 amostrados por mês, ao longo do período de estudo, indica que o número de fêmeas  
 7 amostradas foi significativamente maior que o de machos ( $\chi^2_{\text{calculado}}=162,06 >$   
 8  $\chi^2_{\text{tabelado}}=19,68$ ).

9

### 10 3.2. Desenvolvimento gonadal

11 Embora o comprimento da gônada não tenha sido muito diferente entre os sexos, as  
 12 fêmeas apresentaram gônadas bem mais largas e pesadas que os machos (Tabela 2).

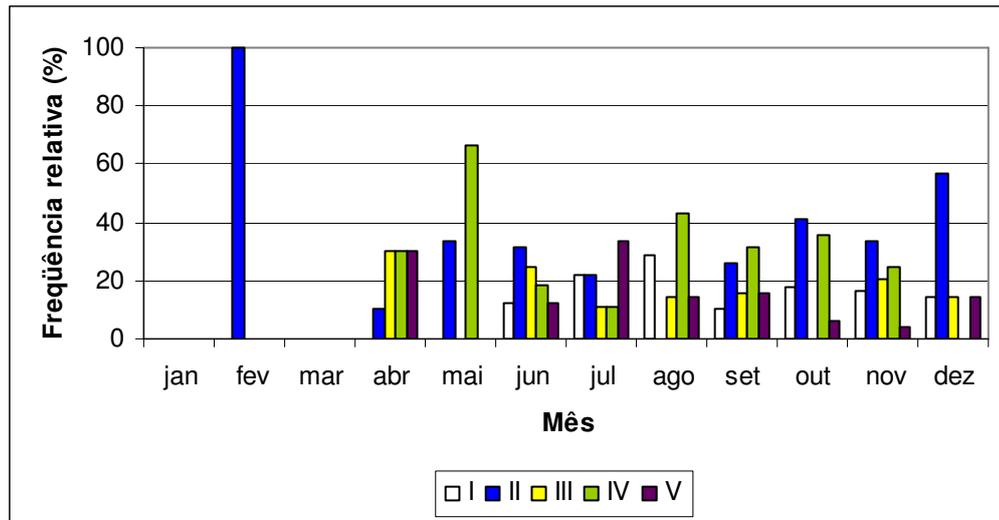
13

14 Tabela 2. Amplitude de peso, comprimento e largura das gônadas de machos e fêmeas de  
 15 agulhão branco capturados entre novembro de 2004 e novembro de 2005 pela frota  
 16 espinheira sediada no Nordeste do Brasil.

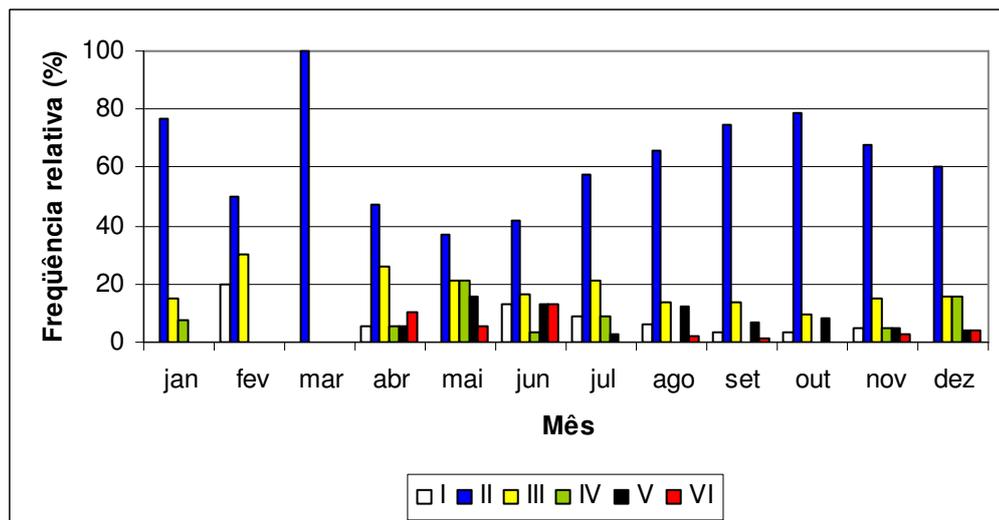
	Macho	Fêmea
<b>Peso da gônada</b>	0,4 - 686 g	2 - 1920 g
<b>Comprimento da gônada</b>	2,5 - 40,3 cm	1,2 - 41,0 cm
<b>Diâmetro da gônada</b>	0,3 - 4,4 cm	0,8 - 8,9 cm

17

18 O número de indivíduos amostrados entre janeiro e março foi bem menor do que nos  
 19 demais meses, tanto para machos quanto para fêmeas (Tabela 1). Todas as gônadas de  
 20 machos de agulhão branco coletados nesse período se encontravam no estágio II. As fêmeas  
 21 II foram predominantes em todos os meses, representando, em geral, mais de 50% e 100% de  
 22 todos os exemplares examinados em março (n = 5). No 2º trimestre do ano, observa-se um  
 23 aumento considerável na ocorrência de indivíduos maduros, sendo maio o mês de maior  
 24 frequência de indivíduos no estágio IV para ambos os sexos (mais de 60% dos machos e 20%  
 25 das fêmeas). Fêmeas no estágio V (desovada) também foram mais frequentes em maio,  
 26 enquanto as fêmeas em recuperação (VI) apresentaram seu maior percentual de ocorrência  
 27 em junho (Figuras 2 e 3).



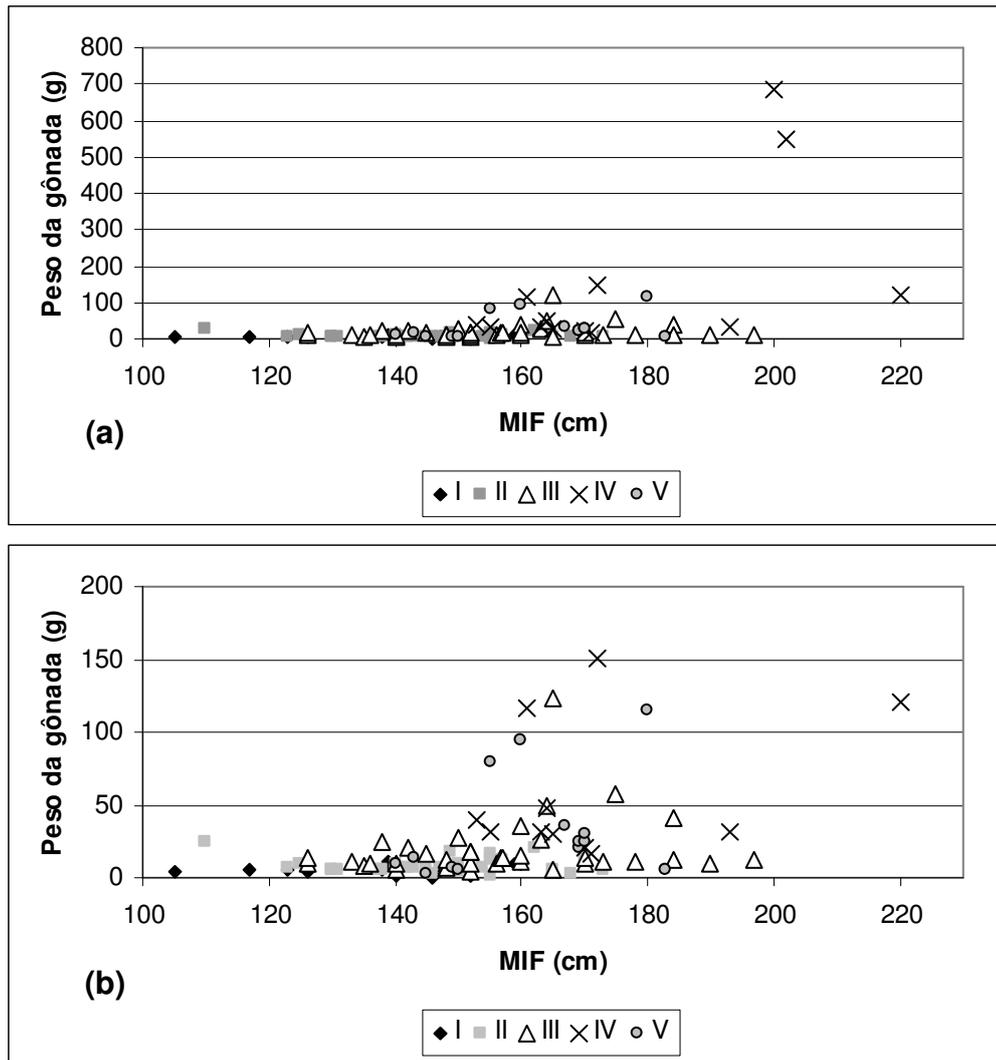
1  
2  
3  
4  
5  
Figura 2. Distribuição mensal da frequência relativa de estágios maturacionais de machos de agulhão branco capturados pela frota arrendada sediada no Nordeste do Brasil de novembro de 2004 a novembro de 2005.



6  
7  
8  
9  
10  
Figura 3. Distribuição mensal da frequência relativa de estágios maturacionais de fêmeas de agulhão branco capturados pela frota arrendada sediada no Nordeste do Brasil de novembro de 2004 a novembro de 2005.

11 A partir do gráfico de dispersão de peso da gônada por MIF, por estágio de  
12 maturação de fêmeas de agulhão branco (Figura 5), pode-se observar que os maiores pesos  
13 gonadais obtidos foram, como esperado, em indivíduos no estágio IV (maduro), os quais  
14 mediam entre 155 e 190 cm de MIF. Para os machos, os maiores pesos gonadais foram  
15 encontrados nos estágios III a V, acima de 150cm (Figura 4).

16  
17  
18



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Figura 4. Relação entre o peso da gônada e o comprimento mandíbula inferior-furca (MIF) por peso da gônada por estágio maturacional de machos de agulhão branco em diferentes escalas: (a) Escala do eixo y de 0 a 800g; (b) Escala do eixo y de 0 a 200g.

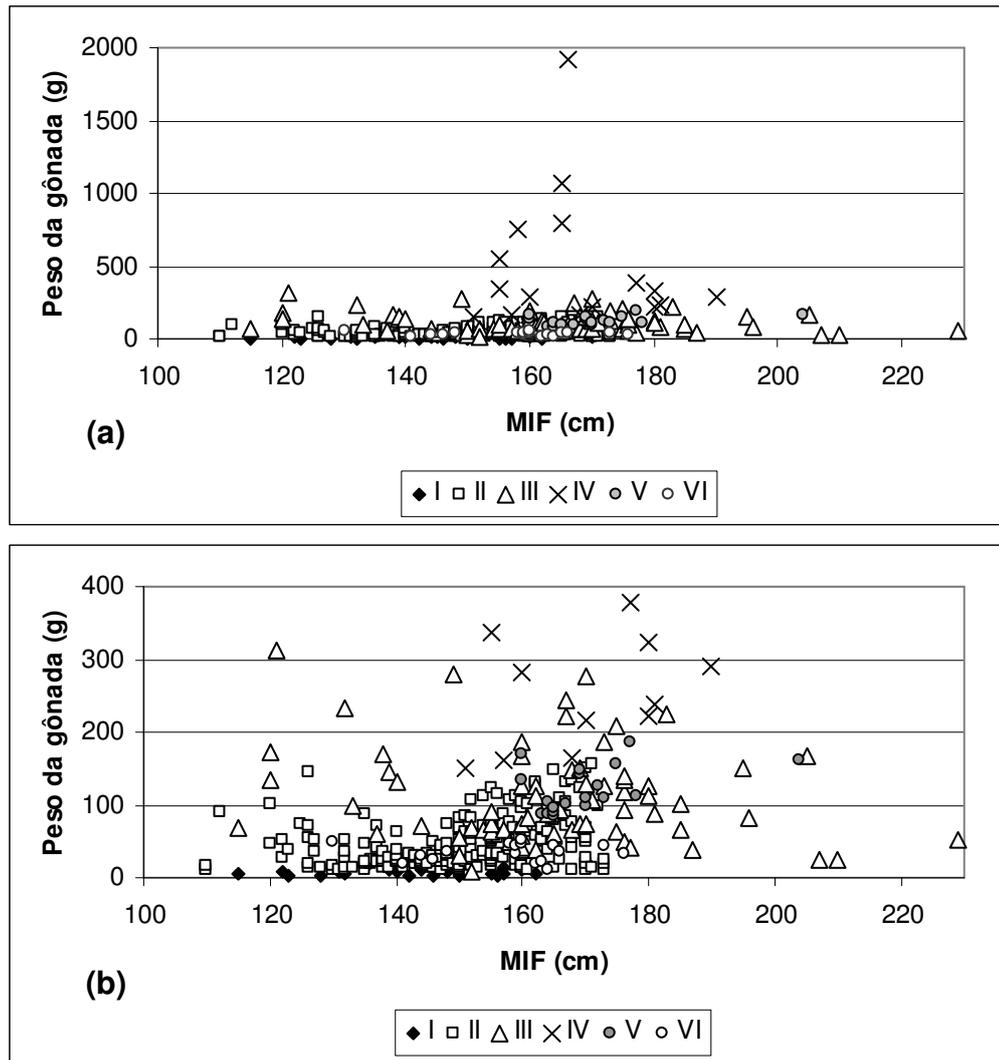
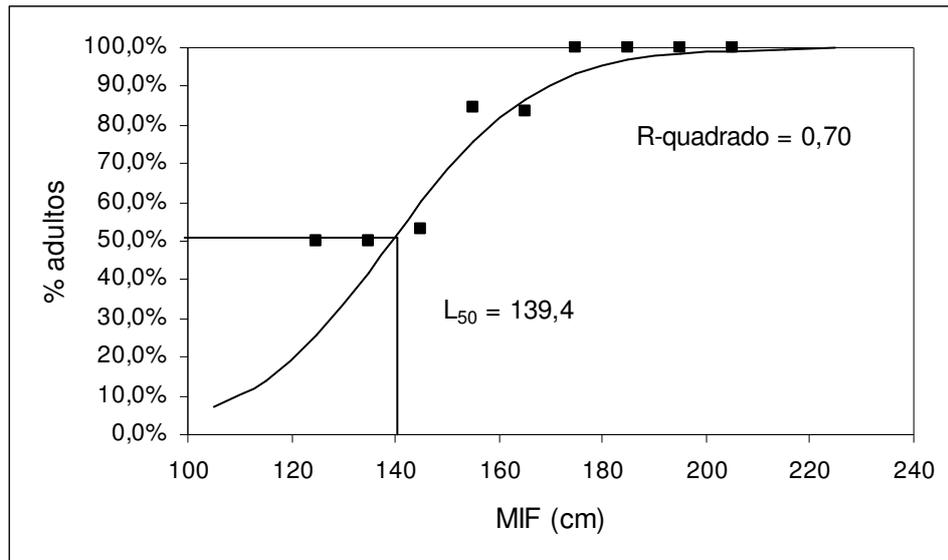


Figura 5. Relação entre o peso da gônada e o comprimento mandíbula inferior-furca (MIF) por peso da gônada por estágio maturacional de fêmeas de agulhão branco, em diferentes escalas: (a) Escala do eixo y de 0 a 2000g; (b) Escala do eixo y de 0 a 400g.

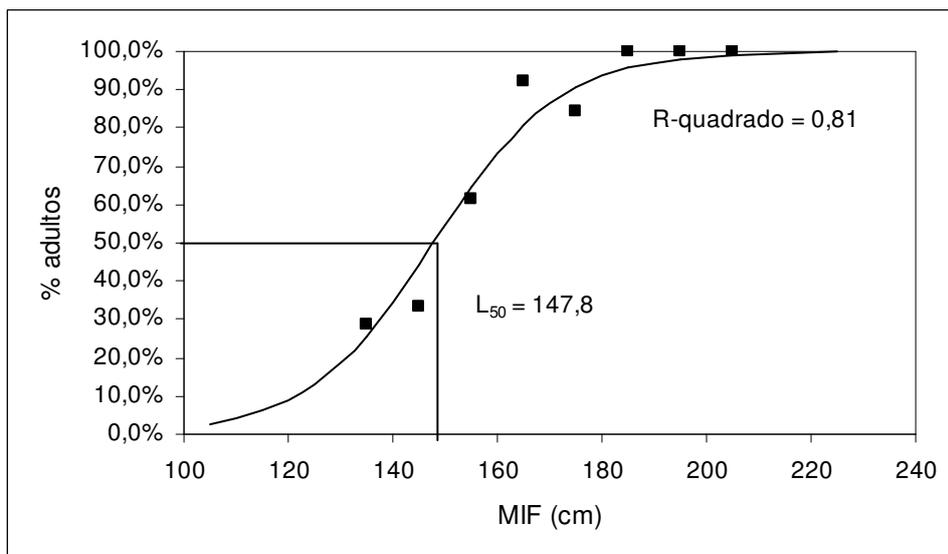
### 3.3. Tamanho de primeira maturação

Os comprimentos MIF de primeira maturação ( $L_{50}$ ) obtidos foram iguais a 139,4cm para machos (Figura 6) e 147,8cm (Figura 7) para fêmeas de agulhão branco.



1  
2  
3  
4  
5

Figura 6. Curva logística da estimativa de comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de machos de agulhão branco.



6  
7  
8  
9

Figura 7. Curva logística da estimativa de comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de fêmeas de agulhão branco.

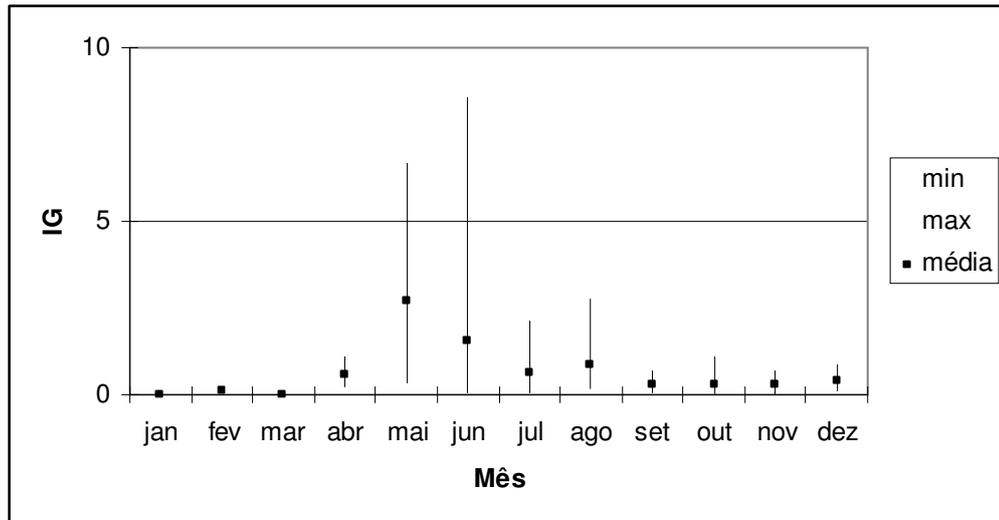
10

### 3.4. Variação mensal do índice gonadal médio

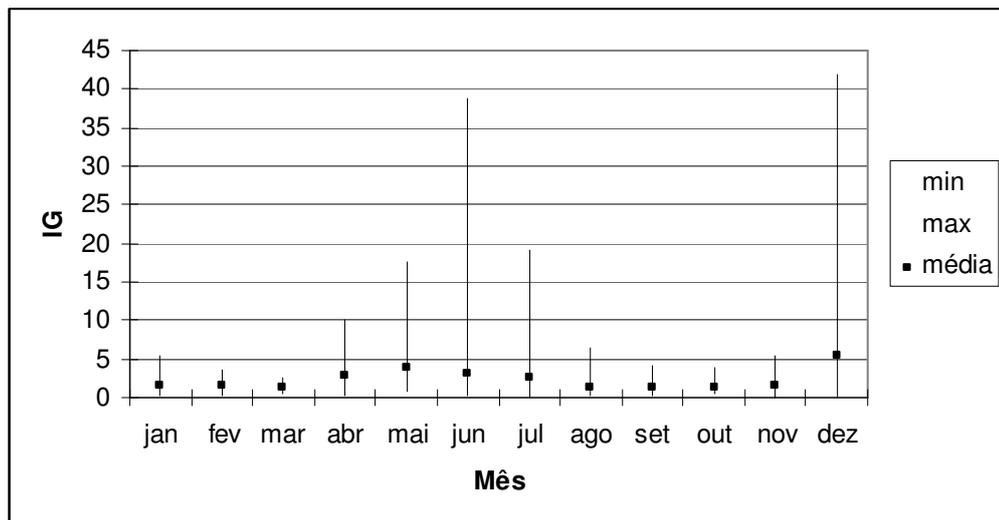
12

As médias mensais do índice gonadal dos machos de agulhão branco foram mais elevadas em maio e junho (Figura 8). Já as fêmeas, apresentaram dois picos nos valores de IG, sendo um em maio e junho e um outro em dezembro (Figura 9).

14



1  
2  
3  
Figura 8. Distribuição da média mensal do índice gonadal de machos de agulhão branco.



4  
5  
6  
Figura 9. Distribuição da média mensal do índice gonadal de fêmeas de agulhão branco.

### 8 3.5. Análise ambiental

#### 9 3.5.1. Machos

10 No modelo obtido para os machos de agulhão branco, os principais fatores de  
11 influência sobre o IG foram mês, temperatura da superfície do mar (SST) e profundidade do  
12 local de pesca (Tabela 3).

13  
14  
15  
16

1 Tabela 3. Influência de cada variável sobre o índice gonadal de machos de agulhão branco  
 2 capturados entre 2004 e 2005 pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do  
 3 Brasil.

	Df	Npar DF	Npar F	Pr(F)
(Intercept)	1			
lo(mes)	1	3.2	2.431348	0.073275
lo(TSM)	1	2.6	1.620393	0.202487
lo(bath)	1	4.7	1.429684	0.234096
lo(SSA)	1	3.6	0.452238	0.751725

4

5 O efeito do mês sobre o IG dos machos foi positivo no 2º trimestre do ano, com valor  
 6 máximo em maio, enquanto o efeito da temperatura da superfície do mar foi positivo em  
 7 temperaturas maiores que 27,2°C e máximo em torno de 28°C. Entre 3000 e 4500m de  
 8 profundidade, faixa na qual se concentraram as observações, o efeito da profundidade do  
 9 local de captura sobre o IG dos machos foi positivo em torno de 4000m. Já o efeito da  
 10 anomalia da temperatura da água do mar foi positivo entre 0,2°C e 0,4°C, com um valor  
 11 máximo em 0,3°C, com as observações se concentrando nas anomalias positivas (quentes).  
 12 Observou-se, no entanto, uma tendência do efeito ser positivo em anomalias frias, embora as  
 13 poucas ocorrências impossibilitem uma análise conclusiva (Figura 10).

14

### 15 3.5.2. Fêmeas

16 Os principais fatores de influência no IG das fêmeas foram: mês, temperatura da  
 17 superfície do mar (SST) e anomalia da temperatura (SSA) (Tabela 4).

18

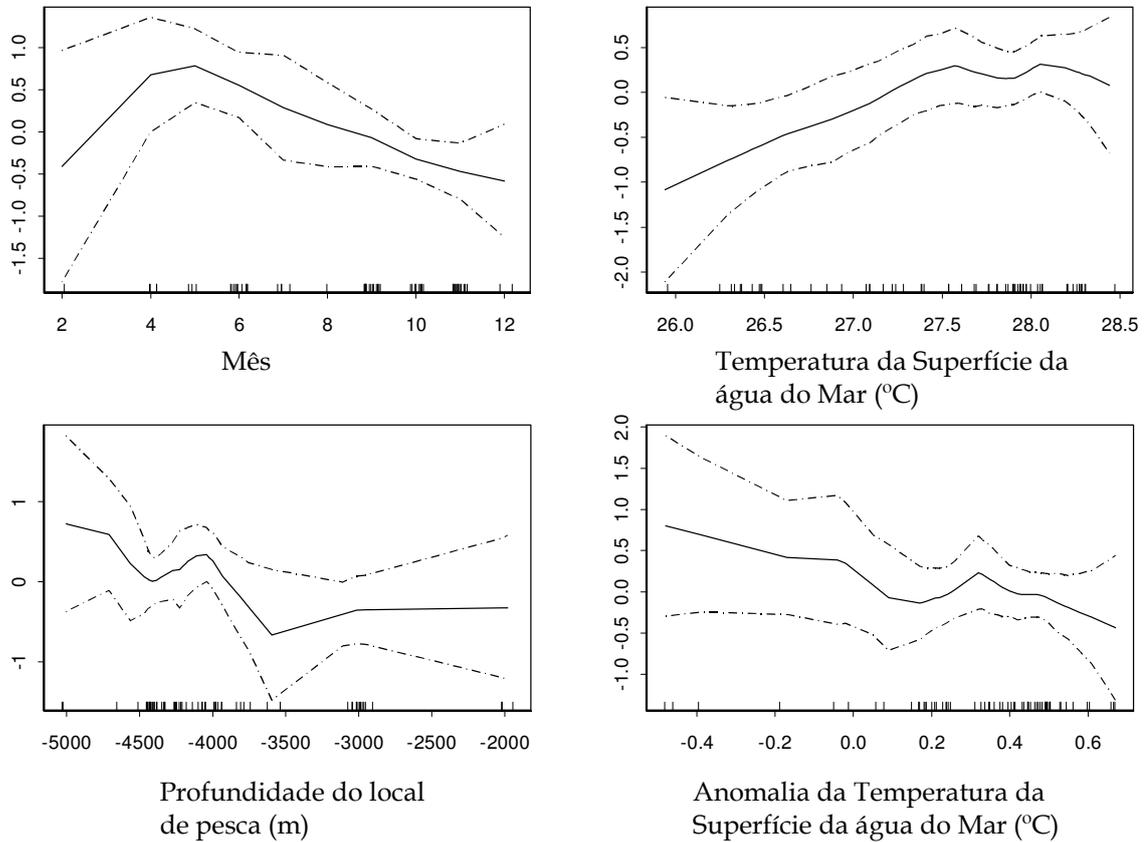
19 Tabela 4. Influência de cada variável sobre o índice gonadal de fêmeas de agulhão branco  
 20 capturados entre 2004 e 2005 pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do  
 21 Brasil.

	Df	Npar DF	Npar F	Pr(F)
(Intercept)	1			
lo(mes)	1	2.3	5.983133	0.00193
lo(TSM)	1	3	1.88117	0.135141
lo(SSA)	1	3.3	1.67894	0.168156
lo(bath)	1	3.8	1.1668	0.326963

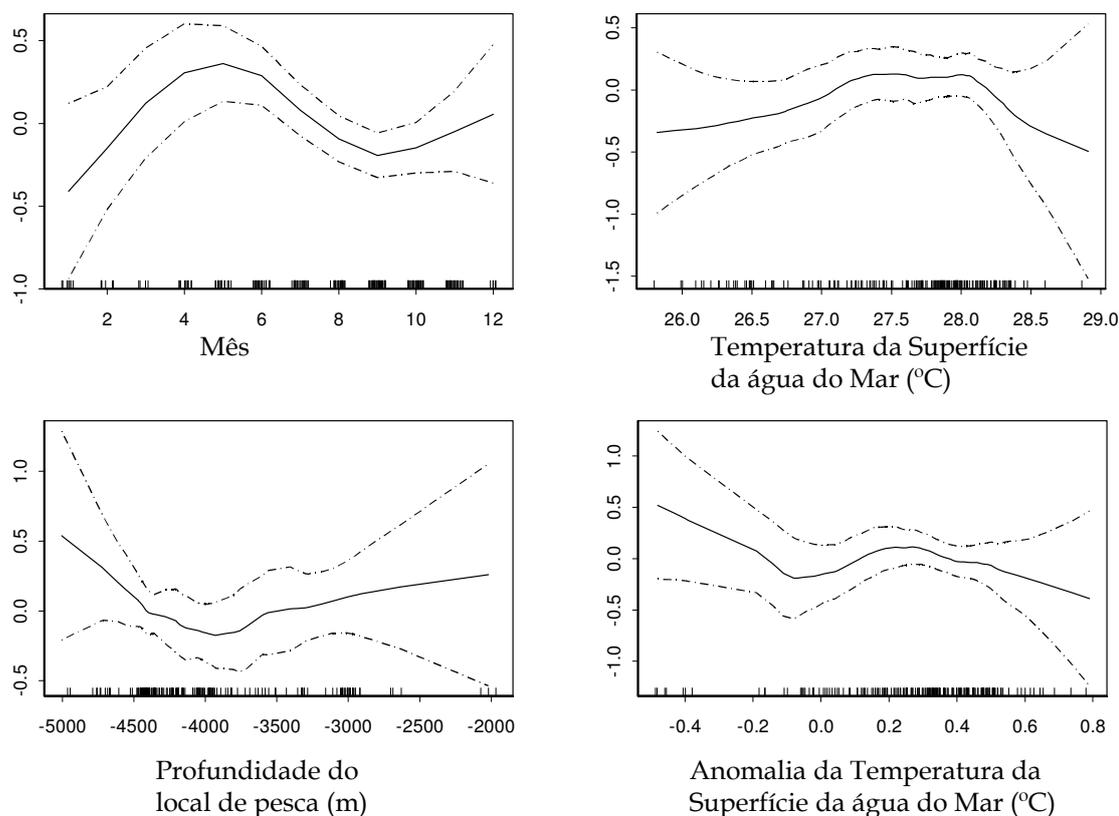
22

23 O efeito do mês sobre o IG das fêmeas foi positivo entre os meses 3 e 7 e máximo nos  
 24 meses 5 e 6. Foi negativo entre os meses 8 e 11, seguido por uma tendência crescente até o  
 25 mês 12. O efeito da temperatura da superfície do mar sobre o IG das fêmeas foi positivo entre  
 26 27,2°C e 28,3°C e negativo em temperaturas maiores e menores que essa amplitude. O efeito  
 27 da anomalia da temperatura da superfície da água do mar foi positivo entre 0,15°C e 0,35°C,  
 28 com as ocorrências se concentrando nas anomalias positivas (quentes). O efeito da mesma foi  
 29 negativo entre 0°C e 0,15°C, com tendência crescente para as anomalias menores que -0,2°C.

- 1 O efeito da profundidade do local de captura sobre o IG das fêmeas, por sua vez, foi  
 2 negativo entre 3500 e 4000m de profundidade, mostrando uma tendência positiva em  
 3 profundidades menores que 3500m e maiores que 4500m (Figura 11).



- 4  
 5 Figura 10. Resíduos parciais da influência dos fatores sobre o IG de machos de agulhão  
 6 branco capturados pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.



1  
2 Figura 11. Resíduos parciais da influência dos fatores sobre o IG de fêmeas de agulhão  
3 branco capturados pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil.  
4

#### 5 6 4. DISCUSSÃO

7  
8 As frequências de comprimento de captura representam uma importante informação  
9 complementar sobre captura, esforço e abundância para a avaliação dos estoques  
10 (GOODYEAR e AROCHA, 2001; GOODYEAR *et al.*, 2003). O comprimento médio de captura  
11 obtido por GOODYEAR *et al.* (2003) para o agulhão branco pela frota espinheira brasileira  
12 (estimados da Tarefa II da ICCAT) foi de 162-172cm, de 1971 a 1985, sem mudanças  
13 marcantes, valores, portanto, levemente superiores às modas de comprimento encontradas  
14 no presente trabalho (140 a 150cm para machos e 150 a 160cm para fêmeas). OLIVEIRA *et al.*  
15 (Artigo II) observaram que as capturas do agulhão branco realizadas pela frota espinheira  
16 comercial brasileira apresentam declínio da segunda metade da década de 80 até o final da  
17 década de 90, devido ao aumento substancial do esforço de pesca, bem como da  
18 popularização da pesca esportiva em todo o mundo. Portanto, essa diminuição observada  
19 nos comprimentos, além da diminuição da biomassa do estoque representada pela queda

1 nos índices de captura parecem indicar que o estoque se encontra, atualmente, em uma  
2 provável condição de sobrepesca.

3 Diversos autores mencionam que as fêmeas de agulhão branco atingem maiores  
4 comprimentos que os machos (DE SYLVA e DAVIS, 1963; UEYANAGI *et al.*, 1970;  
5 NAKAMURA e RIVAS, 1972 *apud* MATHER *et al.*, 1975; LENARZ e NAKAMURA, 1972;  
6 GOODYEAR e AROCHA, 2001) podendo atingir pesos maiores que machos de mesmo  
7 tamanho, embora tais diferenças tendam a desaparecer em grandes comprimentos (maiores  
8 que 173cm de comprimento zoológico) (DE SYLVA e DAVIS, 1963 *apud* MATHER *et al.*, 1975;  
9 LENARZ e NAKAMURA, 1972). Isso explica como a frequência de comprimento para a  
10 espécie é fortemente influenciada pela composição da proporção sexual (WILSON, 1984;  
11 WILSON *et al.* 1991 *apud* GOODYEAR e AROCHA, 2001; GOODYEAR *et. al.*, 2003) varia  
12 consideravelmente com sazonalidade e área (UEYANAGI *et al.*, 1970).

13 Através de dados de frequência de comprimento e proporção sexual, UEYANAGI *et*  
14 *al.* (1970) e MATHER *et al.* (1975) concluíram que os machos parecem ser predominantes,  
15 exceto em três casos: a norte de 30°N entre maio e outubro; de 10°N a 30°N entre novembro e  
16 abril; entre 5°S e 30°S, a leste 015°W, entre maio e outubro. No presente trabalho  
17 (principalmente 5°N a 5°S, e a oeste de 020°W), as fêmeas foram predominantes nas capturas  
18 ao longo de todo o ano amostrado.

19 As maiores proporções de fêmeas IV e V em maio, e VI em junho, juntamente com  
20 maiores proporções de machos IV também em maio e V em julho, bem como uma maior  
21 média mensal do IG de ambos os sexos em maio, indicam que a desova deve ocorrer,  
22 principalmente, em maio. No entanto, a elevada proporção de fêmeas em desenvolvimento  
23 (entre 40 e 100% em todos os meses) indica que a área não deve ser um local de desova  
24 importante para a espécie.

25 Foram observadas poucas capturas da espécie na área (5°N a 5°S) durante o primeiro  
26 trimestre, e as que ocorreram foram quase que exclusivamente de indivíduos imaturos ou em  
27 desenvolvimento. Diversos autores mencionam que o agulhão branco desova no início do  
28 verão, em águas subtropicais na região sul do Brasil (UEYANAGI *et al.*, 1970; MATHER *et al.*  
29 1975; NAKAMURA, 1985; HAZIN, 1993) realizando, em seguida, uma migração alimentar  
30 pós-desova para águas tropicais com alta produtividade primária (ROBINS, 1974;  
31 UEYANAGI *et al.*, 1970; GARCÍA DE LOS SALMONES *et al.*, 1989).

32 Segundo SOUZA *et al.* (1994), as informações disponíveis acerca da biologia reprodutiva  
33 da espécie na costa nordestina indicam que a mesma não desova na região, encontrando-se a  
34 maioria dos indivíduos abaixo de 130cm do comprimento olho-furca, correspondente ao

1 tamanho de primeira maturação sexual (UEYANAGI *et al.*, 1970), e, portanto, sexualmente  
2 imaturos. Já na costa sudeste do Brasil, ao contrário da região nordeste, cerca de 90% dos  
3 indivíduos amostrados possuíam mais de 130 cm (ARFELLI *et al.*, 1986). Segundo o mesmo  
4 autor, exemplares maduros de agulhão branco ocorrem apenas entre dezembro e março (final  
5 do 4° e início do 1° trimestre).

6 Os dados gerados pelos autores brasileiros coincidem com os de UEYANAGI *et al.*  
7 (1970) que verificou uma maior abundância de agulhão branco no sul do Brasil durante o  
8 quarto e primeiro trimestre do ano, particularmente no primeiro, quando a grande maioria das  
9 fêmeas encontrava-se sexualmente madura. Portanto, segundo HAZIN (1993), a migração  
10 realizada por esta espécie ao longo da costa do Brasil, no sentido norte-sul, entre o terceiro e o  
11 primeiro trimestre do ano constitui uma migração reprodutiva, culminando com a desova.

12 Apesar de diversos trabalhos afirmarem que a grande concentração da espécie, na  
13 região sul do Brasil no início do verão constituir uma assembléia reprodutiva, trabalhos  
14 histológicos mais recentes (DE SYLVA e BREEDER, 1997 *apud* AROCHA, 2005) mostram que  
15 agulhões branco maduros apresentam ovócitos em todos os estágios de desenvolvimento,  
16 indicando desovas múltiplas e desenvolvimento assincrônico dos ovócitos.

17 No presente estudo, os machos e fêmeas de agulhão branco capturados pela frota  
18 atuneira sediada no Nordeste do Brasil apresentaram um  $L_{50}$  igual a 139 e 147cm de MIF,  
19 respectivamente. O comprimento de captura sugerido pela ICCAT é um pouco superior,  
20 igual a 168cm de mandíbula inferior-furca para ambos os sexos [Rec. 00-13] (ICCAT, 2001b).  
21 Já UEYANAGI *et al.* (1970) estimaram um comprimento de primeira maturação menor para a  
22 espécie: 130cm de comprimento olho-furca, também para ambos os sexos.

23 Mês e temperatura se mostraram os fatores com maior influência sobre o  
24 desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de agulhão branco. O Índice Gonadal (IG)  
25 fornece um indicativo do possível período de desova, a partir da relação entre o peso dos  
26 ovários e o comprimento do indivíduo, na medida em que possibilita relacionar elevados  
27 índices gonadais com área e época.

28 Em AROCHA *et al.* (2005) a variação de IG do agulhão branco capturado no Atlântico  
29 Central Oeste (ao norte da área do presente estudo) foi significativa ao longo dos meses. O IG  
30 médio de janeiro a março foi muito baixo, embora tenham sido amostrados poucos peixes  
31 nesse período. O mesmo pôde ser observado no presente trabalho, tendo sido registradas  
32 poucas capturas para a espécie no mesmo período, com um efeito do mês sobre o IG das  
33 fêmeas negativo entre janeiro e fevereiro. Sabe-se que a distribuição do agulhão branco no  
34 Atlântico varia sazonalmente, atingindo altas latitudes em ambos os hemisférios à procura

1 das estações quentes (UEYANAGI *et al.*, 1970). Acredita-se que no primeiro trimestre do ano  
2 (verão no Hemisfério Sul), a espécie esteja concentrada em reprodução, além da região Sul  
3 do Brasil (UEYANAGI *et al.*, 1970; HAZIN, 1993), o que explicaria uma reduzida abundância  
4 da espécie na região equatorial do Atlântico nessa época do ano.

5 De abril a maio (2º trimestre), AROCHA *et al.* (op cit.) observou valores mais  
6 elevados, os quais decrescem de junho a dezembro, com os valores mais baixos ocorrendo  
7 em julho, setembro, novembro e dezembro (3º e 4º trimestres do ano). Segundo o mesmo  
8 autor, as fêmeas com valores relativamente altos de índice gonadal, associados com gônadas  
9 maduras, estavam presentes durante o segundo trimestre do ano (abril a junho), indicando  
10 uma desova durante abril e maio, entre 18°N e 24°N. Alguns estudos têm indicado que o  
11 agulhão branco desova no noroeste do Atlântico durante a primavera (BAGLIN, 1977; 1979;  
12 DE SYLVA e BREEDER, 1997 *apud* PRINCE *et al.*, no prelo). HAYASHI *et al.* (1970) afirma  
13 que *T. albidus* raramente desova em águas equatoriais, mas adultos maduros aparecem no  
14 norte do mar do Caribe e além da costa da Flórida, durante abril a junho.

15 No presente estudo (região equatorial do Atlântico), também foram observados  
16 valores mais elevados de IG para ambos os sexos nos meses de maio e junho, com as fêmeas  
17 maduras voltando a ocorrer em maior número em dezembro. O efeito do mês sobre o IG dos  
18 machos foi positivo em junho e julho e negativo entre agosto e novembro. Nas fêmeas, o  
19 efeito do mês sobre o IG é positivo desde março até julho, e máximo em maio e junho, ou  
20 seja, o efeito do mês sobre o IG foi máximo em junho (final do 2º trimestre), para ambos os  
21 sexos. Assim como nos machos, o efeito do mês sobre o IG das fêmeas também é negativo  
22 entre os meses agosto e novembro (3º trimestre). Em ambos os sexos foi observada uma  
23 tendência crescente após esse período, com o efeito do mês voltando a ser positivo sobre o IG  
24 em dezembro (final do 4º trimestre). O efeito do mês sobre o IG foi maior no final do  
25 segundo trimestre (em maio e junho) tanto para machos, quanto para fêmeas.

26 A temperatura da água do mar determina a taxa de processos metabólicos,  
27 influenciando decisivamente as migrações reprodutivas e tróficas, sendo tal influência  
28 particularmente marcante nos grandes peixes pelágicos, migradores de longa distância.  
29 Segundo MATHER *et al.* (1975), a temperatura da água parece exercer uma importante  
30 influência na distribuição do agulhão branco. Segundo o mesmo autor, as áreas de  
31 reprodução do agulhão branco possuem geralmente elevadas temperaturas da superfície do  
32 mar (20°C-29°C). UEYANAGI *et al.* (1970) afirma que o agulhão branco no Atlântico atinge  
33 altas latitudes em ambos os hemisférios, durante as estações quentes. Segundo  
34 OVCHNNIKOV (1971) a temperatura ótima para o agulhão branco do Atlântico é 24°C. Já

1 NAKAMURA (1985) e MAHON e MAHON (1986) afirmam que os agulhões brancos são  
2 normalmente encontrados em águas com temperatura da superfície do mar acima de 22°C.  
3 PRINCE *et al.* (no prelo) observou que agulhões branco monitorados com marcas PSATs por  
4 um período de 28 a 40 dias permanecem, na maioria do tempo, em temperaturas de 28-30°C.  
5 No presente trabalho, o efeito da temperatura da superfície do mar sobre o IG foi sempre  
6 positivo entre temperaturas de 27,2°C até próximas a 28°C.

7 NAKAMURA (1985) afirma que a distribuição diferencial do agulhão branco também  
8 é influenciada pela topografia do fundo. No presente trabalho, para os machos, a  
9 profundidade do local apresentou uma influência maior no IG do que para as fêmeas. O  
10 autor supracitado menciona ainda que áreas de quebra de plataforma, *canyons* e bancos  
11 submarinos, quando localizados em áreas com condições de circulação e água propícias, são  
12 freqüentemente cenário de importantes concentrações alimentares para a espécie, sendo  
13 excepcionalmente produtivas. Portanto, essa maior concentração alimentar para a espécie,  
14 pode proporcionar um maior desenvolvimento gonadal. Por outro lado, tal influência não  
15 fica tão evidente tratando-se de uma espécie migradora.

16 Para as fêmeas, o terceiro fator de maior influência, entre os analisados, foi a  
17 anomalia da temperatura do mar. NAKAMURA (op. cit.) afirma, que a espécie costuma se  
18 concentrar na proximidade de discontinuidades topográficas, assim como na interface de  
19 diferentes massas d'água. Áreas de encontro de massas d'água costumam apresentar  
20 anomalias de temperatura. Segundo BAKUN (1996), anomalias da temperatura da superfície  
21 da água do mar podem ser fortes indicadores de frentes oceânicas. Portanto, a topografia do  
22 local pode refletir áreas produtivas do ponto de vista pesqueiro na medida em que favoreça  
23 a ocorrência de anomalias de temperatura, de maneira que, a influência desses dois fatores é,  
24 muitas vezes, dificilmente dissociável.

25 Além da divergência equatorial, a região de estudo não apresenta áreas de  
26 enriquecimento, exceto por eventos extremamente localizados, relacionados com acidentes  
27 topográficas e alguma sazonalidade, numa conjunção quase que eventual de fatores. Dessa  
28 forma, naturalmente, as ocorrências de anomalia de temperatura se concentraram em valores  
29 positivos, ou seja, anomalias quentes. O efeito da anomalia da temperatura da água do mar  
30 sobre o IG foi positivo em pequenas anomalias positivas, no entanto com tendência crescente  
31 para as anomalias negativas (frias). Novamente, subentende-se que áreas de enriquecimento,  
32 mesmo que restritas e isoladas, podem vir a promover concentrações alimentares da espécie  
33 e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento gonadal favorecido por uma maior oferta  
34 local de alimento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARET, J. J. 1977 La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinée. *Cahiers ORSTOM séries Océanographic*, 15: 389-419.
- ANÓNIMO (ICCAT Secretariat) 2004 Overview of data deficiencies at ICCAT. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 56(1): 47-58.
- ARFELLI, C.A.; AMORIM, A.F.; GALHARDO-AMADO, J.C. 1986 Analysis on *Tetrapturus albidus* Poey (1861), caught off south and southeast Brazil (1971-1984). *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 25: 202-217.
- AROCHA, F. 1997 *The reproductive dynamics of swordfish, Xiphias gladius and management implication in the northwestern Atlantic*. Coral Gables. 383p. (Ph.D. Dissertation, University of Miami).
- AROCHA, F.; BÁRRIOS, A.; SILVA, J.; LEE, D.W. 2005 Preliminary observations on gonad development, sexual maturity and fecundity estimates of white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the western central Atlantic. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 58(5): 1567-1573.
- BAKUN, A. 1996 *Patterns in the ocean: ocean process and marine population dynamics*. La Jolla: California Sea Grant College System, 323p.
- DE SYLVA, D.P. e DAVIS, W.P. 1963 White marlin: *Tetrapturus albidus*, in the middle Atlantic bight, with observations on the hydrography of the fishing grounds. *Copeia*, 1: 81-89.
- GARCIA DE LOS SALMONES, R.; INFANTE, O.; ALIO, J. J. 1989 Reproduccion y alimentacion de los peces de pico, *Istiophorus albicans*, *Tetrapturus albidus* y *Makaira nigricans*, em la costa central de Venezuela. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 30: 436-439.
- GOODYEAR, C.P. e AROCHA, F. 2001 Size composition of blue and white marlins taken in selected fisheries in the western north Atlantic. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 53: 249-257.
- GOODYEAR, C.P.; AROCHA, F.; PRINCE, E. 2003 Size composition of the white marlin catch. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, Collective Volume of Scientific Papers*, Madrid, 55(2): 603-612.
- HAZIN, F.H.V. 1993 *Fisheries-oceanographical study on tunas, billfishes and sharks in the southwestern equatorial Atlantic Ocean*. Tokyo. 286p. (Doctoral Thesis. Tokyo University of Fisheries).

- 1 ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) 2001a *Report of the*  
2 *fourth ICCAT billfish workshop*. v. 53. Madrid: ICCAT Collective Volume of Scientific  
3 Papers. 375 p.  
4
- 5 ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) 2001b *Compendio*  
6 *de Recomendaciones y Resoluciones en materia de Ordenación Adoptadas por ICCAT para la*  
7 *Conservación de los Tunidos Atlánticos y Especies Afines*. Madrid: ICCAT. 168p.  
8
- 9 LENARZ, W.H. e NAKAMURA, E.L. 1974 Analysis of length and weight data on three  
10 species of billfish from the western Atlantic ocean. In: SHOMURA, R. S.; WILLIAMS F.  
11 (Eds). *Proceedings of International Billfish Symposium: Species Synopses, 9-12 aug 1972*.  
12 Kailua-Kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS. p.121-125.  
13
- 14 MAHON, R. e MAHON, S. 1986 *Seasonality and migration of pelagic fishes in the eastern*  
15 *Caribbean*. Mayaguez, Puerto Rico: FAO Expert Consultation on Shared Fishery  
16 Resources in the Lesser Antilles. 273 p.  
17
- 18 MATHER, F. J. III; CLARK, H. L. e MASON, J. M. Jr. 1975 Synopsis of the Biology of the  
19 white marlin, *Tetrapturus albidus* Poey 1861. In: SHOMURA, R. S. e WILLIAMS F. (eds.).  
20 *Proceedings of International Billfish Symposium: Species Synopses. 9-12 aug. 1972*. Kailua-  
21 Kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS. p.55-94.  
22
- 23 MORIN, M. 1998 *Evaluation de l'état des stocks des marlins bleu et des marlins blanc de*  
24 *l'Atlantique*. Montpellier, France. 62p. (Memoire pour l'obtencion du certificat d'études  
25 superieures agronomiques option halieutique. Département Environment et Explotation  
26 des Ressources Naturelles. Ecole Nationale Superieure Agronomique de Rennes).  
27
- 28 NAKAMURA, I. 1985 *FAO species catalogue: Billfishes of the World. An annotated and illustrated*  
29 *catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date*. n. 125. v. 5. Roma:  
30 FAO Fisheries Synopsis. 65p.  
31
- 32 OVCHINNIKOV, V. V. 1971 *Swordfishes and Billfishes in the Atlantic Ocean*. MILLS, H. (Trad.)  
33 Jerusalém: Program for Science Translation. 77p.  
34
- 35 PRINCE, E.D.; COWEN, R.K.; ORBESEN, E.S.; LUTHY, S.A.; LLOPIZ, J.K.; RICHARDSON,  
36 D.E.; SERAFY, J.E. Movements and spawning of white marlin (*Tetrapturus albidus*) and  
37 blue marlin (*Makaira nigricans*) off Punta Cana, Dominican Republic SCRS  
38 ICCAT/2005/039. *Fishery Bulletin*. In press.  
39
- 40 SCHAEFFER, M. B. e ORANGE, C. J. 1956 Studies of the sexual development and spawning  
41 of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the  
42 three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. *Inter-American*  
43 *Tropical Tuna Commission Bulletin*, 1(6): 281-302.  
44
- 45 SCRS/ICCAT 1999 *Report of the Standing Committee on Research & Statistics (SCRS): white*  
46 *marlin (Tetrapturus albidus) Executive Summary*. Madrid: ICCAT. 4p.

- 1  
2 SCRS/ICCAT 2004 *Informe del comité permanente de investigación y estadísticas: Aguja blanca.*  
3 Madrid: SCRS. p.78-85.  
4
- 5 ROBINS, C. R. 1974 Summer concentration of the white marlin, *Tetrapturus albidus*, west of  
6 the strait of Gibraltar. In: SHOMURA, R. S. e WILLIAMS, F. (eds.) *Proceedings of the*  
7 *International Billfish Symposium. Part 2. Review and Contributed Papers. 9-12 aug. 1972.*  
8 Kailua-kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS SSRF-675. sect 3. p.164-174.  
9
- 10 SOUZA, R.C.; LESSA, R.P.T.; HAZIN, F.H.V. 1994 First observations on reproductive biology  
11 of billfishes (*Tetrapturus albidus*, *Istiophorus albicans* and *Tetrapturus pfluegeri*) in  
12 southwestern equatorial Atlantic (Brazil). *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT,*  
13 *Madrid, 42(2): 329-334.*  
14
- 15 UEYNAGI, S.; KIKAWA, S.; UTO, M.; NISHIKAWA, Y. 1970 Distribution, spawning, and  
16 relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. *Bulletin Far Seas Fisheries Research*  
17 *Laboratory, 3: 15-55.*  
18
- 19 VASKE, Jr., T.; VOOREN, C.M.; LESSA, R.P. 2004 Feeding habits of four species of  
20 Istiophoridae (Pisces: Perciformes) from northeastern Brazil. *Environmental Biology of*  
21 *Fishes, Netherlands, 70: 293-304.*

## 6. CONCLUSÕES

### **Distribuição e abundância relativa**

Ano, temperatura da água do mar, latitude e profundidade do local de pesca são fatores de grande influência na abundância do agulhão branco, a partir das capturas realizadas pela frota comercial espinheleira brasileira.

O agulhão branco apresenta maior abundância na faixa de 5°N a 10°S, entre o final do 2° e início do 3° trimestre do ano; de 10°S a 25°S, durante o 4° trimestre, e ao sul de 25°S, no final do 1° e início do 2° trimestre. Esses dados parecem confirmar a realização de uma migração no sentido norte-sul, ao longo da costa brasileira, do terceiro para o primeiro trimestre do ano, acompanhando, preferencialmente, o deslocamento de faixas de temperatura de 24°C a 28°C.

A espécie costuma se concentrar em áreas de descontinuidades topográficas e na interface de massas d'água, onde provavelmente ocorrem fenômenos de enriquecimento. Na região equatorial, onde tais fenômenos são raros, a profundidade da camada de mistura parece ser um fator de grande influência nas capturas.

## **Padronização da CPUE**

O modelo obtido por GAM se mostrou mais bem ajustado do que por GLM, sugerindo que a inclusão de variáveis ambientais é muito importante na padronização de índices de captura e esforço de pesca para o agulhão branco.

A utilização do GAM também se mostrou adequada na análise de dados com elevada porcentagem de zeros, particularmente comum em dados de captura e esforço de espécies não-alvo ou acessórias da pescaria.

As capturas do agulhão branco realizadas pela frota espinheleira comercial brasileira apresentam declínio da segunda metade da década de 80 até o final da década de 90, apresentando uma certa estabilidade a partir de então, possivelmente como resposta às medidas de manejo adotadas pela ICCAT.

## **Biologia Reprodutiva**

O comprimento de primeira maturação (L50) obtido foi igual a 139cm para machos e 147cm para fêmeas de mandíbula inferior-furca.

Mês e temperatura se mostraram os fatores com maior influência sobre o desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de agulhão branco.

O índice gonadal do agulhão branco na região equatorial do Atlântico foi máximo, para ambos os sexos, no final do segundo e início do terceiro trimestre, especialmente em junho.

A costa da região nordeste do Brasil não parece ser importante para a desova do agulhão branco.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. F.; ARFELLI, C. A. Review of white marlin (*Tetrapturus albidus*) fishery biology off the southern Brazilian coast (1971-2001). **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v. 55(2), p. 467-474, 2003.

ANÔNIMO (ICCAT Secretariat). Overview of data deficiencies at ICCAT. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v. 56(1), p. 47-58, 2004.

AROCHA, F.; BÁRRIOS, A.; SILVA, J.; LEE, D. W. Preliminary observations on gonad development, sexual maturity and fecundity estimates of white marlin (*Tetrapturus albidus*) from the western central Atlantic. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v. 58(5), p. 1567-1573, 2005.

BROMHEAD, D.; PEPPERELL, J. Biology and ecology of striped marlin. In: BROMHEAD, D.; PEPPERELL, J.; WISE, B.; FINDLAY, J. **Striped marlin: biology and fisheries**. Canberra: Bureau of Rural Sciences, 2004. cap.2. p.15-38.

DE SYLVA, D.P.; BREDER, P. R. Reproduction, gonad histology and spawning cycles of North Atlantic billfishes (Istiophoridae). **Bulletin of Marine Science**, v. 60(3), p. 668-697, 1997.

DE SYLVA, D. P.; DAVIS, W. P. White marlin: *Tetrapturus albidus*, in the middle Atlantic bight, with observations on the hydrography of the fishing grounds. **Copeia**, p. 81-89, 1963.

FOX, W. W. **Temporal-spatial relationships among tunas and billfishes based on the Japanese longline fishery in the Atlantic Ocean, 1956-1965**. Miami: Sea Grant Technical Bulletin, 1971. v. 12, 78p.

GARCIA DE LOS SALMONES, R.; INFANTE, O.; ALIO, J. J. Reproduccion y alimentacion de los peces de pico, *Istiophorus albicans*, *Tetrapturus albidus* y *Makaira nigricans*, em la costa central de Venezuela. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v. 30, p 436-439, 1989.

GOODYEAR, C. P.; AROCHA, F. Size composition of blue and white marlins taken in selected fisheries in the western north Atlantic. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v. 53, p. 249-257, 2001.

GRAVES, J. E.; McDOWELL, J. R. Population genetic structure of Atlantic Istiophorid billfishes. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v. 47, p. 329-335, 1998.

HAZIN, F. H. V. **Programa REVIZEE-SECIRM Levantamento de dados pretéritos – grandes peixes pelágicos do nordeste (atuns, agulhões e tubarões)**. Recife: Manuscrito, 1998. 46p.

HILBORN, R.; WALTERS, C. J. **Quantitative Fisheries Stock, Assesment, Choice, Dynamics and Uncertainty**. New York: Chapman and Hall, 2001. 570 p.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). **Report of the fourth ICCAT billfish workshop**. Madrid: Collective Volume of Scientific Papers ICCAT, 2001. v. 53, 375p.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas). **Report of the 2002 ICCAT White Marlin Stock Assessment Meeting**. Madrid: Collective Volume of Scientific Papers ICCAT, 2003. v. 55. p. 350-452.

ICCAT (International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas) **Compendium Management Recommendations and Resolutions adopted by ICCAT for the Conservation of Atlantic tunas and tuna-like species**. Madrid: ICCAT, out. 2005. 197p.

KING, M. **Fisheries Biology, Assessment and Management**. Australia: Fishing News Book Eds., 2000. 341p.

LENARZ, W.H.; NAKAMURA, E.L. Analysis of length and weight data on three species of billfish from the western Atlantic ocean. In: SHOMURA, R. S.; WILLIAMS F. (Eds). **Proceedings of International Billfish Symposium: Species Synopses, 9-12 aug 1972**. Kailua-Kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS, 1974. p.121-125.

MAHON, R.; MAHON, S. **Seasonality and migration of pelagic fishes in the eastern Caribbean. Mayaguez**. Puerto Rico: FAO Expert Consultation on Shared Fishery Resources in the Lesser Antilles, 1986. 273 p.

MATHER, F. J. III; CLARK, H. L.; MASON, J. M. Jr. 1975 Synopsis of the Biology of the white marlin, *Tetrapturus albidus* Poey 1861. In: SHOMURA, R. S.; WILLIAMS F. (Eds). **Proceedings of International Billfish Symposium: Species Synopses, 9-12 aug 1972**. Kailua-Kona, Hawaii: NOAA Technical Report NMFS, 1974. part 3. p. 55-94.

NAKAMURA, I. **FAO Species Catalogue: Billfishes of the World. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date.** Roma: FAO Fisheries Synopsis, 1985. n. 125. v. 5. 65 p.

OVCHINNIKOV, V. V. **Swordfishes and Billfishes in the Atlantic Ocean.** MILLS, H. (Trad). Jerusalém: Program for Science Translation, 1971. 77p.

ROBINS, C. R. Summer concentration of the white marlin, *Tetrapturus albidus*, west of the strait of Gibraltar. In: SHOMURA, R. S.; WILLIAMS F. (Eds.). **Proceedings of the International Billfish Symposium: Review and Contributed Papers.** Kailua-kona, Hawaii:NOAA Technical Report NMFS SSRF-675, 9-12 aug. 1974. part 2. sect. 3. p.164-174.

SARMENTO, C. E. M. Q. **Caracterização da peça de atuns e afins desenvolvida por embarcação estrangeira arrenada – F/V Chung Kuo 86.** Relatório de estagio supervisionado para obtenção do grau de Engenheiro de pesca – UFRPE. Recife, 2005. 32p.

SCRS/ICCAT. Report of the Standing Committee on Research & Statistics (SCRS): WHITE MARLIN (*Tetrapturus albidus*) Executive Summary. Madrid: ICCAT, out.1999. 4p.

SCRS/ICCAT. **Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas: Aguja blanca.** Madrid: SCRS, 4-8 de oct.2004. p.78-85.

UEYNAGI, S.; KIKAWA, S.; UTO, M.; NISHIKAWA, Y. Distribution, spawning, and relative abundance of billfishes in the Atlantic Ocean. **Bulletin Far Seas Fisheries Research Laboratory**, n. 3, p. 15-55, 1970.

VASKE, Jr., T.; VOOREN, C. M.; LESSA, R. P. Feeding habits of four species of Istiophoridae (Pisces: Perciformes) from northeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 70, p. 293-304, 2004.

WISE, J. P.; DAVIS, C. W. **Seasonal distribution of tunas and billfishes in the Atlantic.** U.S. Department Commercial, NOAA Technical Reports NMFS SSRF 662, 1973. 24p.

<b>ANEXOS</b>
---------------

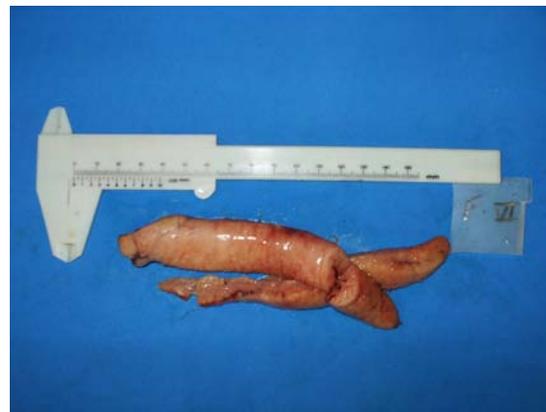
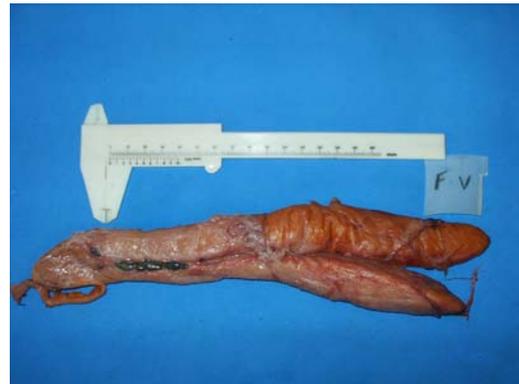
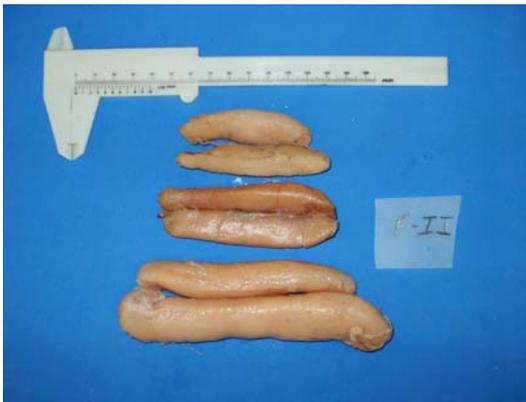
**Anexo I** - Normas do Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo.

**Anexo II** – Fotos de gônadas de machos de agulhão branco por estágio maturacional.

**Anexo III** – Fotos de gônadas de fêmeas de agulhão branco por estágio maturacional.



Gônadas de machos de agulhão branco *T. albidus*, por estágio maturacional, capturados pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil, entre novembro de 2004 e novembro de 2005.



Gônadas de fêmeas de agulhão branco *T. albidus*, por estágio maturacional, capturados pela frota atuneira arrendada sediada no Nordeste do Brasil, entre novembro de 2004 e novembro de 2005.