



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA**

**GUELSON BATISTA DA SILVA**

**DINÂMICA POPULACIONAL E PESCA DE ATUNS EM CARDUMES**  
**ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**

**FORTALEZA**

**2013**

**GUELSON BATISTA DA SILVA**

**DINÂMICA POPULACIONAL E PESCA DE ATUNS EM CARDUMES  
ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Pesca, área de concentração em Recursos Pesqueiros.

Orientador: Professor Dr. Antônio Adauto Fonteles Filho.

**FORTALEZA**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S580d Silva, Guelson Batista da.  
Dinâmica populacional e pesca de atuns em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial /  
Guelson Batista da Silva. – 2013.  
153 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese(doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de  
Engenharia de Pesca, Graduação de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2013.  
Orientação: Prof. Dr. Antônio Aduino Fonteles Filho.  
Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia.
1. Atum (Peixe) - Pesca. 2. Pescados –Tecnologia. I. Título.

---

CDD 639.2


**GUELSON BATISTA DA SILVA**


**DINÂMICA POPULACIONAL E PESCA DE ATUNS EM CARDUMES  
ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL**


Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Pesca, área de concentração em Recursos Pesqueiros.

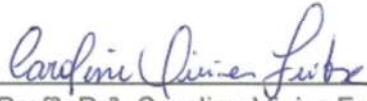
Aprovada em 05/12/2013

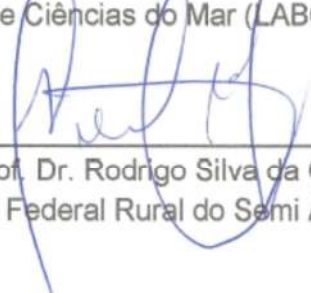
**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antônio Adairton Fonteles Filho (Orientador)  
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fabio Hissa Vieira Hazin  
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Manuel Antonio de Andrade Furtado Neto  
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Drª. Caroline Vieira Feitosa  
Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR-UFC)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Rodrigo Silva da Costa  
Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA)

*“Há peixes que lutam para se salvar  
daqueles que caçam em mar revoltoso  
e outros que devoram com gênio assombroso  
as vidas que caem na beira do mar...”*

Trecho da música “Beira Mar – I”  
Zé Ramalho / 1979.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a DEUS, que está representado em todas as forças da natureza, inclusive no Mar, fonte de trabalho, inspiração e diversão.

Em seguida, a família, a base de tudo, minha esposa Paula Janaina e meus filhos Kadu e Kael, os quais me abastecem com a vontade de superar todos os obstáculos e me tornar cada vez melhor por eles.

Aos Meus pais, Maria Socorro e Miguel Batista por toda dedicação e educação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte através da concessão da Bolsa de Doutorado.

Ao Professor Antônio Adauto Fonteles Filho, um mestre que sempre me acolheu com toda a paciência e compreensão sem poupar esforços na transmissão de conhecimentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará pela oportunidade.

A todos da Universidade Federal Rural do Semi Árido, em especial aos professores José Luís e Rodrigo Costa que disponibilizaram o espaço do Laboratório de Ecologia e Pesca Continental e o professor Domingues que disponibilizou o espaço e equipamentos do Laboratório de Histologia. Aos técnicos de laboratório Sévulo e Darlan que também contribuíram na execução deste trabalho.

Ao Prof. Teodoro Vaske-Jr pela contribuição na identificação dos cefalópodes e ao Prof. Luís Ernesto e toda a sua equipe pela contribuição na identificação dos crustáceos.

Aos professores que aceitaram participar da avaliação do trabalho, Fábio Hazin, Manuel Furtado-Neto e Rosângela Lessa, os quais foram fundamentais nos ajustes finais do mesmo.

Assim como os colegas e professores Caroline Feitosa (UFC/LABOMAR) e Rodrigo Costa (UFERSA) que participaram da avaliação e contribuíram plenamente.

Aos professores Humberto Hazin e Bruno Mourato, grandes parceiros de trabalho e que também contribuíram nesta jornada.

Aos ex-alunos e amigos Paulo Victor e Rodrigo Sávio, os quais auxiliaram na confecção dos mapas e no discernimento do Software R, respectivamente.

A todos os alunos bolsistas e voluntários que contribuíram de alguma forma, especialmente aos que tiveram a coragem de se aventurar em alto mar, Leonardo Silveira, Manuel Alves e João Paulo.

Por fim, não poderia me esquecer de todo o pessoal de Areia Branca, os quais abriram todas as portas e escotilhas para a realização desse sonho. Primeiramente, aos donos de embarcações, Srs. Tavinho, Tadeu e Galego que permitiram a realização dos embarques e a todos os demais que permitiram que fossem realizadas as amostragens no momento dos desembarques e, principalmente, aos mestres Totonho, Carlinhos e Raimundo Custódio, os quais nos acolheram como tripulantes e conduziram com segurança por diversas milhas náuticas afora e a todos os pescadores com quem tivemos a oportunidade de conviver.

**Maururu!!!**

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo a caracterização dos aspectos tecnológicos e da composição das capturas, complementados com estudos sobre o crescimento e a alimentação das principais espécies na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. Para tanto, foram acompanhados 109 desembarques em Areia Branca, RN, no período entre jun/2010 e mai/2013, assim como o embarque em nove cruzeiros de pesca no período entre fev/2011 e dez/2012. O estudo de idade e crescimento, foi realizado com base nas leituras de anéis etários nos espinhos dorsais e microincrementos diários de otólitos de *Thunnus albacares* ajustados aos modelos de crescimento de von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, os quais foram selecionados a partir dos valores de AIC (Akaike's Criterion Information). O estudo de alimentação foi desenvolvido por meio da identificação e avaliação dos itens alimentares presentes no conteúdo estomacal de *T. obesus* e *T. albacares*. Foram observadas 9 embarcações, com comprimento total médio de 13,4 m, as quais utilizam diversas técnicas de captura como a linha de mão, vara e linha, corrico e corso, com o uso de iscas artificiais e naturais. Os desembarques totalizaram 691.533 kg de pescado, dentre os quais, as espécies alvo foram a albacora bandolim e a albacora laje, sendo retidas também espécies como o dourado, agulhão negro, bonito-listrado, cavala empinge, peixe rei e ainda, ocasionalmente, espécies como espadarte e cangulo. Os valores de  $\bar{L}_{\infty}$  foram estimados em 175,13 e 171,6 cm para os dados observados e retrocalculados a partir dos espinhos dorsais e em 166,6; 171,14; e 155,38 cm respectivamente para os dados agrupados, para machos e fêmeas a partir dos microincrementos diários de otólitos. Os principais itens alimentares observados na dieta de ambos os predadores foram os peixes das famílias Myctophidae, Exocoetidae, Bramidae e Nomeidae, sendo observadas com menor frequência os cefalópodes e os crustáceos. Podemos concluir que os resultados obtidos fornecem informações essenciais que ajudarão a compreender as atividades de pesca, bem como ampliarão os conhecimentos sobre a biologia das principais espécies capturadas.

Palavras-chave: dispositivos atratores de peixes (DAP); técnicas de captura; parâmetros de crescimento; itens alimentares.



## ABSTRACT

The present study aims to characterize the technological features and the catch composition, complemented with studies on the age and growth and feeding of the target species in the fishery for tunas in associated schools in the western equatorial Atlantic. For this purpose, a total of 109 landings by the fleet based on Areia Branca, RN, were observed in the period from June 2010 to May 2013, as well as on board in nine fishing cruises in the period from February 2011 to December 2012. The age and growth study was performed based on readings of age rings of the dorsal spines and daily microincrements present in the otolith of *Thunnus albacares*, adjusted to von Bertalanffy, Gompertz and Logistic growth models, which were selected based on their AIC (Akaike's Information Criterion) values. The feeding study was developed through the identification and assessment of food items present in the stomach contents from *T. obesus* and *T. albacares*. The fleet consisted of 9 boats, with an average length overall of 13.4 m, which use various fishing techniques such as handline, rod and line and trolling, combined with natural baits or lures. Landings amounted 691,533 kg, from which, the target species were bigeye and yellowfin tunas, as well as bycatch, species such as dolphinfish, blue marlin, skipjack, wahoo, rainbow runner and, even occasionally, species such as swordfish and triggerfish. The values of  $\bar{L}_{\infty}$  were estimated at 175.13 and 171.6 cm for the observed and backcalculated data from the dorsal spines and 166.6, 171.14 and 155.38 cm, respectively for the pooled data, males and females based on otolith daily microstructure. The main food items observed in the diet of both predators were the following fish families: Myctophidae, Exocoetidae, Bramidae and Nomeidae. Cephalopods and crustaceans were occasionally observed. We can conclude that results provide essential information that will assist in the understanding of fishing activities as well as expand the knowledge on the biology of the target species.

Key-words: fish aggregating device (FAD); fishing techniques; growth parameters; food items.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Principais modelos de ‘payaos’ utilizados nas Filipinas. a) payao de bambu; b) payao com balsa retangular de aço; c) payao com tambores galvanizados. Adaptados a partir de: Dickson e Natividad (2000). Disponível em: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00042/15326/12646.pdf> .....32
- Figura 2: Modelos de DAP’s ancorados propostos pelo Secretariado das Comunidades do Pacífico (SPC): a) DAP com boia de aço mastreada e b) DAP do Índico feito com flutuadores. Adaptado de GATES, PRESTON e CHAPMAN, 1998.....33
- Figura 3: Modelos de DAP’s ancorados testados no Havaí. Fonte: Higashi (1994). .34
- Figura 4: a) ‘Nirai’: modelo de DAP de alta durabilidade desenvolvido no Japão. Fonte: Kakuma (1996). b) ‘Kannizzati’: modelos de DAP’s tradicionais utilizados no Mediterrâneo. Fonte: Gabriel *et al.* (2005).....34
- Figura 5: Dispositivos atratores no Brasil: a) primeiras boias lançadas com a finalidade de concentração de peixes pelágicos, Fonte: SCOTT (1985); b) boias adquiridas pelo Ministério de Pesca e Aquicultura em 2009; c) e d) pesca do bonito-listrado no entorno de boias particulares lançadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Imagem cedida pelo MPA a partir do banco de imagens do GEP/UNIVALI e CEPSUL; Créditos: Luis Henrique P. Souza e Reges Ross).....35
- Figura 6: DAP derivante equipado com boia rádio. Fonte: Itano (2007) a partir do guia de treinamento do SPC.....38
- Figura 7: Figura 7. Distribuição das boias de dados em todos os oceanos. Fonte: Data Buoy Cooperation Panel (2012). <http://www.jcommops.org/dbcp/network/dbcpmaps.html>.....43
- Figura 8: Matriz global de boias oceânicas ancoradas com os respectivos programas. Fonte: McPhaden *et al.* (2009). .....43
- Figura 9: a) Desenho técnico representando o modelo de boia utilizado no Programa PIRATA com seus diversos sensores e respectivo sistema de fundeio. Fonte: <http://www.pmel.noaa.gov/tao/images/stdatl.gif>. b) e c) Operação de manutenção dos cabos da boia do Programa PIRATA com materiais de pesca emaranhados. Fotos cedidas pela equipe técnica do INPE. d) Embarcações atracadas na estrutura da boia; e) Embarcação nacional em atividade de pesca no entorno da boia. ....44
- Figura 10: Mapa com a localização e rota da boia PIRATA no Atlântico Oeste Equatorial a partir dos cais pesqueiro de Areia Branca, RN.....46

- Figura 11: Embarcação atuante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial, com destaque para as adaptações para esta atividade. ....49
- Figura 12: Pesca com corrico instalada na popa da embarcação, com detalhe para as linhas e isca de lulas artificiais (a) e pesca com corso, com detalhe para a isca de borracha (b). ....53
- Figura 13: Pesca com vara/linha curta, com detalhe para o anzol americano com isca de ráfia (a) e pesca com vara/linha longa, com detalhe para o anzol iscado com tuvira feita de silicone. ....53
- Figura 14: Variedade de linhas de mão utilizadas na pesca de atuns em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial (a); Linhas de mão utilizadas na captura de peixes de grande porte, com detalhe para a isca viva com juvenil de albacora laje (b); Momento da captura de um atum de grande porte, com a tripulação aguardando com os 'bicheiros' e arpão (c); Secção intermediária com fundeador da linha de mão utilizada na técnica denominada 'boleado' (d); Iscas feitas com canos de alumínio, denominadas de peixe de ferro (e). ....54
- Figura 15: Quadro do vídeo da pesca de cardumes associados à embarcação no Atlântico Oeste Equatorial. Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=IVOz64QyTsA> .....55
- Figura 16: Quadro do vídeo da captura da albacora laje com linha de mão em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=K6cprHhAmps> .....55
- Figura 17: Mapa com a rota e os pontos de captura observados nos deslocamentos boia / cais pesqueiro de Areia Branca. ....62
- Figura 18: Mapa geral com as localizações das atividades de pesca no entorno da boia do Programa PIRATA, com destaque para as atividades no entorno da boia PIRATA (a) e as atividades a deriva (b). ....63
- Figura 19: Espinho da 1ª nadadeira dorsal de *Thunnus albacares*, apresentando a porção emblocada, o local da secção transversal e as medidas observadas (DE: diâmetro do espinho; DA: diâmetro do anel etário). ....86
- Figura 20: Otólito de um indivíduo de *Thunnus albacares*, capturado no Atlântico Oeste Equatorial, apresentando a morfologia externa, a morfometria realizada e o local de onde são extraídas as secções transversais na região do *primordium*. ....88
- Figura 21: Secção transversal apresentando a morfologia do otólito *sagittae* de um indivíduo de *Thunnus albacares* capturado no Atlântico Oeste Equatorial.88

Figura 22: Braços ventrais dos otólitos de indivíduos de <i>Thunnus albacares</i> capturados no Atlântico Oeste Equatorial com 48, 90 e 132 cm de CF, respectivamente. ....	102
Figura 23: Imagens ampliadas (1000x) das secções transversais de otólitos de indivíduos da albacora laje <i>Thunnus albacares</i> com 125 (superior) e 132 (inferior) cm de CF, apresentando o padrão de deposição dos microincrementos diários.....	103
Figura 24: Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen, Gabler e Staldvickk (1996). (CEF: componente entre fenótipos; CDF: componente dentro do fenótipo). ....	117

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição de frequência por classes de comprimento da albacora bandolim e albacora laje capturadas na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	56
Gráfico 2: Distribuição de frequência por classes de comprimento das principais espécies que compõem a fauna acompanhante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	57
Gráfico 3: Captura por petrecho de pesca da albacora bandolim <i>Thunnus obesus</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	58
Gráfico 4: Captura por petrecho de pesca da albacora laje <i>Thunnus albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	58
Gráfico 5: Distribuição de frequência de comprimentos de indivíduos de <i>Thunnus obesus</i> capturados por diferentes petrechos de pesca no Atlântico Oeste Equatorial. ....	60
Gráfico 6: Distribuição de frequência de comprimentos de indivíduos de <i>Thunnus albacares</i> capturados por diferentes petrechos de pesca no Atlântico Oeste Equatorial. ....	61
Gráfico 7: Variação mensal da produção e esforço na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	71
Gráfico 8: Variação mensal da captura por unidade de esforço (CPUE) na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. ....	71
Gráfico 9: Gráficos Box-plot da produção desembarcada por época do ano e por embarcação.....	72
Gráfico 10: Gráficos Box-plot da CPUE da pesca de atuns e afins no Atlântico oeste Equatorial, por época do ano e por embarcação.....	72
Gráfico 11: Participação relativa por espécie e categoria na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	74
Gráfico 12: Gráficos box-plot da proporção da categoria 'pula-pula' na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.....	75
Gráfico 13: Gráficos box-plot da proporção da categoria de 5 a 10 kg na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.....	76
Gráfico 14: Gráficos box-plot da proporção da categoria de 10 a 15 kg na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.....	76

Gráfico 15: Gráficos box-plot da proporção da categoria acima de 15 kg na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.....	77
Gráfico 16: Gráficos box-plot da proporção da categoria 'Sem cabeça' na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.....	77
Gráfico 17: Distribuição de frequência por classes de peso da albacora bandolim e da albacora laje desembarcadas no cais pesqueiro de Areia Branca, RN.	79
Gráfico 18: Distribuição de frequência por classe de peso da albacora laje sem cabeça desembarcada no cais pesqueiro de Areia Branca, RN.....	79
Gráfico 19: Distribuição de frequência por classe de comprimento dos indivíduos de <i>Thunnus albacares</i> cujos espinhos dorsais foram analisados.....	93
Gráfico 20: Regressão linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o diâmetro do espinho e o comprimento furcal de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	94
Gráfico 21: Gráficos da regressão linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o comprimento do espinho e o comprimento furcal de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial.....	95
Gráfico 22: Curvas de crescimento da <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial baseadas nos dados observados e retrocalculados dos espinhos da 1ª dorsal (VB: von Bertalanfy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico). ....	98
Gráfico 23: Distribuição de frequência por classe de comprimento dos indivíduos de <i>Thunnus albacares</i> cujos otólitos foram analisados. ....	99
Gráfico 24: Modelo linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o comprimento do otólito e o comprimento furcal de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	101
Gráfico 25: Modelo não linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o peso e comprimento do otólito de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	101
Gráfico 26: Modelo linear da relação entre o campo de contagem total e o comprimento furcal e a variação dos campos de contagens C1 e C2 de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial.....	102
Gráfico 27: Curvas de crescimento de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos (VB: von Bertalanfy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico). ....	106
Gráfico 28: Curvas de crescimento de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos	

agrupados por sexo (VB: von Bertalanffy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico).....	107
Gráfico 29: Curva de crescimento ajustada ao modelo de von Bertalanffy baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos por sexo de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial (VB: von Bertalanffy).....	108
Gráfico 30: Distribuição de frequência por classe de comprimento dos indivíduos de <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> cujos estômagos foram analisados. ....	119
Gráfico 31: Índice de Repleção Estomacal observado para <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	121
Gráfico 32: Variação do Índice de Repleção Estomacal por período do dia para <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. ....	121
Gráfico 33: Representação tridimensional da participação em peso (%P), número (%N) e frequência de ocorrência (%FO) das principais presas de <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. .	125
Gráfico 34: Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen, Gabler e Staldvickk (1996) apresentando a estratégia alimentar e importância dos itens alimentares (Exocoetidae - exo; Myctophidae - myc; Bramidae - bra; Nomeidae – nom; Scombridae - sco; Ommastrephidae - omm; Euphausiacea - eup; Megalopa de Brachyura - meg) de <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. ....	127
Gráfico 35: Análise da relação entre o tamanho da presa e o tamanho dos indivíduos de <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial por meio de regressão linear (linha pontilhada) complementado pela regressão dos quantis inferiores (5%) e superiores (95%) (linha inteira).....	130

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Distribuição temporal dos embarques na pesca de atuns e afins no Atlântico Oeste Equatorial. ....47
- Tabela 2: Características das embarcações sediadas em Areia Branca que atuam na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. CT- comprimento total; B- boca; P- pontal; CL- calado leve; CC- calado carregado; C- contorno; AB- arqueação bruta; CG- capacidade de estocagem de gelo; CO- capacidade de estocagem de óleo combustível; ANO – ano de construção; D.P- desvio padrão.....49
- Tabela 3: Resultado da análise por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para a variação da produção na pesca de atuns e afins no Atlântico Oeste Equatorial por período e embarcação. ....72
- Tabela 4: Resultado da análise por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H) para a variação na produção das categorias de atuns desembarcadas em Areia Branca, RN, por período e embarcação.....75
- Tabela 5: Resultado do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para as diferenças entre as proporções da albacora laje e albacora bandolim da distribuição de frequência por peso nas categorias desembarcadas em Areia Branca, RN. ....78
- Tabela 6: Resultado da análise de variância (ANOVA) das regressões entre o diâmetro do espinho (DE) e Comprimento do Espinho (CE) com o comprimento furcal (CF) da albacora laje *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.....94
- Tabela 7: Média e desvio padrão dos comprimentos furcais retrocalculados e observados por grupo de idade e anéis etários de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial. As janelas preenchidas com traço (–) representam as zonas nas quais os anéis etários foram encobertos pela vascularização.....96
- Tabela 8: Parâmetros calculados para os modelos de crescimento (V: von Bertalanffy; G: Gompertz; L: Logístico) de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial baseados nos dados dos espinhos dorsais, acompanhados das estimativas do erro padrão e intervalos de confiança (I.C). ....97
- Tabela 9: Valores de AIC, diferenças de AIC ( $\Delta_i$ ) e pesos de AIC ( $\omega_i$ ) para os modelos de crescimento baseados nos dados dos espinhos dorsais de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial (VB: von Bertalanffy; GOM: Gompertz; LOG: Logístico)(n.c: não calculado). ....97



Tabela 10: Resultado da análise de variância (ANOVA) das regressões Comprimento do Otólito (CO) e Campo de Contagem (CC) com o comprimento furcal (CF) de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	101
Tabela 11: Parâmetros calculados para os modelos de crescimento (VB: von Bertalanffy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico) de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial a partir dos microincrementos diários em otólitos com os dados agrupados e por sexo, acompanhados das estimativas do erro padrão e intervalos de confiança (I.C).....	105
Tabela 12: Valores de AIC, diferenças de AIC ( $\Delta_i$ ) e pesos de AIC ( $\omega_i$ ) para os modelos de crescimento baseados nos microincrementos diários de otólitos de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial (VB: von Bertalanffy; GOM: Gompertz; LOG: Logístico). ....	106
Tabela 13: Resultado do teste de verossimilhança para as diferenças entre os parâmetros do modelo de von Bertalanffy baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos por sexo de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	108
Tabela 14: Parâmetros de crescimento ( $L_\infty$ e $k$ ) e Índice de desempenho do crescimento ( $\Phi'$ ) de <i>Thunnus albacares</i> a partir dos principais estudos realizados no Oceano Atlântico e no presente estudo. ....	109
Tabela 15: Participação em número, peso e frequência de ocorrência e respectivo Índice de Importância Relativa (IIR) dos principais itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de <i>Thunnus obesus</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	123
Tabela 16: Participação em número, peso e frequência de ocorrência e respectivo Índice de Importância Relativa (IIR) dos principais itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de <i>Thunnus albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial.....	124
Tabela 17: Estatística descritiva do tamanho das presas de <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	128
Tabela 18: Resultados das regressões lineares e das regressões dos quantis inferiores (5%) e superiores (95%) para a relação entre o tamanho da presa e o tamanho dos predadores <i>T. obesus</i> e <i>T. albacares</i> no Atlântico Oeste Equatorial. ....	129
Tabela 19: Resultado da análise de sobreposição das dietas pelo método do índice de Horn, para as diferentes classes de tamanho (peq < 90 cm; 90 cm < med < 130 cm; gran > 130 cm) de <i>T. obesus</i> (bandolim) e <i>T. albacares</i> (laje) em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.....	129

## LISTA DE SIGLAS

AIC: Akaike's Criterion Information  
BNB: Banco do Nordeste do Brasil  
BOSTID: Board on Science and Technology for International Development  
CEPENE: Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste  
CEPSUL: Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul  
CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
CPUE: Captura por Unidade de Esforço  
DAP: Dispositivo Atrator de Peixe  
DBCP : Data Buoys Cooperation Panel  
DCP: Dispositif de Concentration de Poisson  
DHN : Diretoria de Hidrografia e Navegação  
FAD: Fish Aggregation Device  
FADIO: Fish Aggregation Device as Instrumented Observatories of Pelagic Ecosystems  
FAO: Food and Agriculture Organization  
GEP/UNIVALI: Grupo de Estudos Pesqueiros da Universidade do Vale do Itajaí  
IATTC: Interamerican Tropical Tuna Commission  
IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis  
ICCAT: International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas  
IFRN: Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IOTC: Indian Ocean Tuna Commission  
MCT: Ministério de Ciência e Tecnologia  
MPA: Ministério da Pesca e Aquicultura  
NORMAM: Normas da Autoridade Marítima  
PIRATA: Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic  
SSB: Single Side Band Modulation  
SPC: Secretariat of the Pacific Community  
UFC: Universidade Federal do Ceará  
UFERSA: Universidade Federal Rural do Semi Árido  
TOGA: Tropical Ocean Global Atmosphere  
VHF: Very High Frequency  
WCPFC: Western and Central Pacific Fisheries Commission

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	22
CAPÍTULO I – DISPOSITIVOS ATRADORES DE PEIXES.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	26
2.1 Dispositivos Atradores Ancorados/Fundeados.....	26
2.2 Dispositivos Atradores Derivantes.....	36
3. COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO DE PEIXES PELÁGICOS.....	38
4. ESTADO DA ARTE EM PESQUISAS SOBRE DAP’S.....	39
5. BOIAS DE DADOS X PESCA: O CASO DO PROGRAMA PIRATA.....	40
CAPÍTULO II - TECNOLOGIA DE PESCA DE ATUNS E AFINS EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.....	45
1. INTRODUÇÃO.....	45
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3. RESULTADOS.....	48
3.1 Frota.....	48
3.2 Artes de Pesca.....	50
3.2.1 Corrico.....	50
3.3.2 Corso.....	51
3.2.3 Vara e Linha.....	51
3.2.4 Linha de mão.....	52
3.2.5 Puçá.....	52
3.4 Composição específica por petrecho de pesca.....	56
3.4 Distribuição espacial das operações.....	62
4. DISCUSSÃO.....	64

CAPÍTULO III - COMPOSIÇÃO DA CAPTURA NA PESCA DE ATUNS E AFINS EM  
CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.....67

1. INTRODUÇÃO.....	67
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	68
3. RESULTADOS.....	69
3.1 Esforço e Captura.....	69
3.2 Composição das capturas.....	73
4. DISCUSSÃO.....	80

CAPÍTULO IV - IDADE E CRESCIMENTO DA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares*  
EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL. ....83

1. INTRODUÇÃO.....	83
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	85
2.1 Procedimento Amostral.....	85
2.2 Processamento das Estruturas Calcificadas.....	85
2.2.1 Espinhos Dorsais.....	85
2.2.2 Otólitos.....	87
2.3 Relações Morfométricas.....	87
2.4 Leitura e Interpretação das Estruturas Etárias.....	89
2.5 Modelos de Crescimento.....	90
2.6 Análise dos Modelos de Crescimento.....	91
3. RESULTADOS.....	93
3.1 Espinhos dorsais.....	93
3.1.1 Morfometria.....	93
3.1.2 Relações Morfométricas.....	94
3.1.3 Ajuste e Seleção dos Modelos de Crescimento.....	95
3.2 Otólitos.....	99
3.2.1 Morfometria.....	99
3.2.2 Relações Morfométricas.....	100
3.2.3 Ajuste e Seleção dos Modelos de Crescimento.....	104
3.3 Índices de Desempenho de Crescimento.....	109
4. DISCUSSÃO.....	110

CAPÍTULO V - HÁBITOS ALIMENTARES DA ALBACORA BANDOLIM <i>Thunnus obesus</i> E DA ALBACORA LAJE <i>Thunnus albacares</i> EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.....	114
1. INTRODUÇÃO.....	114
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	115
2.1 Coleta de Material Biológico.....	115
2.2 Procedimento em Laboratório e Análise de Dados.....	115
2.2.1 Índice de Repleção Estomacal.....	115
2.2.2 Composição das Dietas.....	116
2.2.3 Estratégia Alimentar.....	117
2.2.4 Sobreposição das dietas.....	118
2.2.5 Relação presa-predador.....	118
3. RESULTADOS.....	119
3.1 Morfometria dos Indivíduos.....	119
3.2 Índice de Repleção Estomacal (IRE).....	120
3.3 Composição das Dietas.....	122
3.4 Estratégia Alimentar.....	126
3.5 Relação entre o tamanho da presa e do predador.....	128
3.6 Sobreposição de regime alimentar.....	129
4. DISCUSSÃO.....	131
CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
REFERÊNCIAS.....	139

## APRESENTAÇÃO

A crise da pesca marítima nacional pode ser constatada através da situação de sobrepesca em que se encontra a grande maioria dos recursos que suportam as mais importantes capturas, na falência do setor privado, na redução dos “cardumes” observada pelos pescadores e pela ausência de confiança dos interlocutores do Estado (DIAS-NETO, 2010).

Na região Nordeste do Brasil a pesca é caracterizada pela predominância do segmento artesanal, onde comunidades costeiras utilizam embarcações de madeira, com comprimento médio entre 6 -12 m, atuando em áreas com distância de até 20 km da costa. Nestas, utiliza-se uma grande variedade de artes de pesca, tais como a linha-de-mão para a captura de espécies demersais como lutjanídeos, cianídeos e serranídeos e, principalmente, a utilização de redes de espera ou armadilhas para a captura de espécies bentônicas, com foco nas lagostas espinhosas (HAZIN *et al.*, 2000).

Dentro destas características encontra-se o município de Areia Branca, situado no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, ocupando uma área de 357,58 km<sup>2</sup> e abrigando uma população de 25.394 habitantes (IBGE, 2007), o qual apresenta forte tradição na pesca de lagostas, principal recurso pesqueiro tanto em termos de produção quanto em geração de divisas (IBAMA, 2007).

Entretanto, a falha das políticas públicas no sentido da fiscalização e gerenciamento dos estoques de lagostas, vem levando seu setor pesqueiro a procurar por alternativas para a atividade, dentre as quais, se destaca a pesca de atuns e afins no entorno de uma boia fundeada no Atlântico Oeste Equatorial, que age como um Dispositivo Atrator de Peixe Pelágico (DAP's), conhecidos mundialmente pelo acrônimo *Fish Aggregating Devices* (FAD).

Nesse contexto, pesquisadores dos cursos de Engenharia de Pesca de duas universidades, Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA e Universidade Federal do Ceará - UFC se engajaram num programa de acompanhamento dessa nova modalidade de pescaria, mediante o convite da Gerência de Pesca da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento de Areia Branca. Foram realizadas duas oficinas temáticas envolvendo donos de

embarcações, mestres de pesca e representantes do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA, Banco do Nordeste do Brasil – BNB, Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN e Marinha do Brasil, tendo como objetivo principal a elaboração de um formato de manejo participativo, buscando assim o desenvolvimento de uma cadeia produtiva de atuns e afins no município.

Inicialmente o projeto consistia na caracterização da produção através do monitoramento dos desembarques, com a identificação e biometria das principais espécies e respectivos volumes desembarcados, porém, em 2010 o mesmo foi contemplado com a aprovação no edital 25/2010 do consórcio MCT/CNPq/CT-Agronegócio/MPA, ampliando a pesquisa para o acompanhamento das atividades embarcadas, com a caracterização dos aspectos relativos à tecnologia pesqueira e a coleta de material biológico das principais espécies.

Assim, o presente trabalho é dividido em seis capítulos, os quais apresentam as seguintes informações explicativas sobre referencial teórico, metodologia, objetivos e resultados alcançados:

Capítulo 1 – apresenta-se uma revisão geral sobre os Dispositivos Atratores de Peixes (DAP), com informações sobre os principais tipos de dispositivos, o comportamento associativo de peixes pelágicos e uma abordagem sobre as principais questões referentes à utilização das boias de coletas de dados oceanográficos e atmosféricos como dispositivos atratores. Deve-se ressaltar que, apesar da grande relevância desse assunto para a pesca de peixes oceânicos, são muito escassas as referências na literatura científica nacional.

Capítulo 2 – são abordados os aspectos relacionados à tecnologia de pesca, tais como caracterização da frota e suas adaptações para pesca de atuns e afins, petrechos de pesca e tipos de iscas utilizados, operações de captura e distribuição espacial das atividades, acompanhados por uma discussão em relação às técnicas de captura de atuns e afins em cardumes associados.

Capítulo 3 – são apresentados os resultados de três anos de acompanhamento dos desembarques no cais pesqueiro de Areia Branca, com dados relativos à

composição das capturas, a evolução do esforço de pesca empregado, da caracterização das principais espécies e das categorias de pescado desembarcadas.

Capítulo 4 – apresentam-se os resultados do estudo da idade e crescimento da albacora laje, *Thunnus albacares*, tendo como foco principal a análise comparativa dos métodos de identificação de anéis etários em espinhos da nadadeira dorsal e microincrementos em otólitos, os quais são ajustados a diferentes modelos de crescimento, sendo selecionados com base no seu valor de AIC (Akaike's Information Criterion), acompanhado por uma discussão dos resultados obtidos por diversos autores.

Capítulo 5 – apresentam-se os resultados do estudo sobre os hábitos alimentares da albacora laje, *T. albacares* e da albacora bandolim, *T. obesus*, através da comparação da composição do conteúdo estomacal e variação ontogenética na alimentação, complementados por uma discussão acerca da dieta alimentar de atuns em cardumes associados com base na literatura disponível sobre este assunto.

Capítulo 6 – representa o encerramento do trabalho, onde são expostas considerações finais a respeito dos resultados observados, juntamente com as conclusões e recomendações pertinentes.

Como objetivo geral do presente trabalho, espera-se oferecer informações inéditas sobre a utilização de boias como fatores de agregação da biocenose pelágica oceânica, favorecendo a captura de atuns e afins, fornecendo materiais e meios para ampliar os conhecimentos sobre a biologia e pesca da albacora laje e da albacora bandolim em sua área de influência.



## CAPÍTULO I – DISPOSITIVOS ATRADORES DE PEIXES

### 1. INTRODUÇÃO

Associações de peixes pelágicos têm sido observadas há séculos no entorno de objetos flutuantes de origem natural (algas, palhas, troncos, animais mortos, etc.) ou de origem antrópica (lixo oriundo de embarcações, flutuadores, balsas, etc.) (GOODING; MAGNUSSON, 1966; HUNTER; MITCHELL, 1966).

A partir deste conhecimento, novas pescarias têm se desenvolvido em todos os oceanos, resultando na utilização generalizada dos dispositivos atradores de peixes (DAP), tecnologia que tem ajudado pescadores de áreas tropicais a se tornarem cada vez mais eficientes (SHARP, 2001). Desde então, diversas boias têm sido instaladas com esse propósito, principalmente nos Oceanos Índico e Pacífico, em áreas próximas à costa das principais ilhas, desempenhando um importante papel no desenvolvimento de pescarias artesanais (GIRARD; BENHAMOU; DAGORN, 2004).

A maioria das pescarias comerciais direcionadas a atuns em águas superficiais são realizadas próximas a DAP's, utilizando-se desse comportamento apresentado por espécies pelágicas (SORIA *et al.*, 2009). Aproximadamente metade da produção mundial de atuns é oriunda de cardumes associados a objetos flutuantes, mamíferos ou bancos oceânicos (FRÉON; DAGORN, 2000).

Na concepção de DAGORN *et al.* (2012), os DAP's não são necessariamente maléficos, são apenas eficientes ferramentas de pesca que necessitam ser monitoradas e gerenciadas e que, quando usadas corretamente, reduzem o consumo de combustível e conseqüentemente as emissões de gases de determinadas frotas, sem comprometer os estoques das espécies alvo nem o ecossistema pelágico.

Embora todos os tipos de associações sejam bem documentados, as razões para tal fato ainda permanecem mal compreendidas, conforme comprovado pela existência de um grande número de hipóteses propostas para tentar explicá-las (FREON; DAGORN, 2000; CASTRO *et al.*, 2002 ).

Portanto, o presente trabalho pretende apresentar, por meio de uma ampla revisão bibliográfica, acompanhada de um estudo de caso, o histórico do uso

de dispositivos atratores de peixes, seus principais modelos e as principais localidades onde os mesmos são utilizados, bem como, esclarecer sobre o comportamento associativo de peixes pelágicos, além de discutir a respeito da utilização das boias de coletas de dados oceanográficos e atmosféricos como dispositivos atratores.

## **2. DESCRIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO**

Os termos: Dispositivos Atratores de Peixes (DAP's), Dispositivos de Concentración de Peces, Dispositifs de Concentration de Poissons (DCPs) ou Fish Aggregating Device (FADs) têm sido definidos, segundo Itano (2007), de diversas formas, por diferentes agências e para distintos propósitos.

Em BOSTID (1987), “DAP's são estruturas localizadas na superfície ou em meia água para levar vantagem sobre a atração de peixes pelágicos a objetos flutuantes”. Os glossários de termos técnicos da Food and Agriculture Organization (FAO, 2012) e da International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT, 2000) os define como: “objetos flutuantes, artificiais ou naturais, colocados na superfície dos oceanos, geralmente ancorados ao fundo, para atrair cardumes de várias espécies de peixes abaixo dos mesmos, conseqüentemente aumentando sua capturabilidade”.

Em função da grande diversidade de DAP's e seus variados propósitos (artesanal, recreativo ou industrial), se faz necessária a criação de uma nomenclatura específica, e como resultado de dois eventos internacionais sobre dispositivos atratores e pesca de atuns, foi estabelecido que deveria haver uma distinção entre dispositivos ancorados/ fundeados e dispositivos derivantes (FRÉON; DAGORN, 2000; SPC, 2012).

### **2.1 Dispositivos Atratores Ancorados/Fundeados**

“DAP ancorado ou fundeado pode ser definido como qualquer objeto flutuante conectado diretamente ao fundo do oceano propositalmente com a

finalidade de concentração de peixes para incrementar as operações de pesca” (ITANO, 2007).

Os primeiros DAP's ancorados provavelmente surgiram na Ilha de Malta no Mediterrâneo por volta do século XVII, passando a ser utilizados sistematicamente no início do século XX na Indonésia e Filipinas, se expandindo pelo Pacífico nos anos 70 e chegando ao Índico no início dos anos 80 (De SAN; PAGES, 1998).

O conhecimento de que espécies de peixes pelágicos tendem a se agregar a qualquer objeto flutuante encontrado nos oceanos fez com que pescadores tradicionais da Indonésia e Filipinas passassem a construir e lançar estruturas denominadas 'payao', as quais ficavam fixadas no fundo do mar com pedras presas através de cordas de fibras naturais (ANDERSON; GATES, 1996). De acordo com Hardjono (1991), na Indonésia denomina-se de 'rumpon' os DAP's que geralmente são utilizados em águas rasas para a captura de pequenos pelágicos e 'payao' os DAP's fundeados em águas profundas para a captura de grandes pelágicos.

Os primeiros 'payaos', utilizados antes da segunda guerra mundial, consistiam em estruturas bem simples feitas com varas de bambu amarradas com cabos de fibras naturais, com folhas de coqueiro abaixo da superfície e lâmpadas de querosene para atração no período noturno, porém, com a introdução da pesca de cerco, 'payaos' maiores e mais fortes passaram a ser desenvolvidos (APRIETO, 1991).

Além disso, Dickson e Natividad (2000) descreveram os principais tipos de 'payaos' utilizados em águas profundas nas Filipinas (Fig.1), com a estimativa da existência de 4 a 5 mil dispositivos em águas costeiras, oceânicas e em águas de outros países onde os barcos filipinos tem permissão para operar. 'Payaos' de bambu ainda são utilizados em águas costeiras nas Filipinas, entretanto, balsas ou tambores de aço tem preferencia para utilização nas áreas oceânicas expostas às condições de mar agitado (ITANO; FUKOFUKA; BROGAN, 2004).

Desde a introdução dos DAP's no Pacífico a partir dos modelos filipinos, no final dos anos 70, as experiências regionais têm atravessado distintas fases: Entre 1979 e 1983 os esforços se concentraram na modificação do tradicional 'payao' filipino para resistir às duras condições de águas profundas com alta concentração de energia dos ambientes oceânicos

típicos do Pacífico. No segundo período, de 1984 a 1990, observou-se a introdução e a difusão do sistema de fundeio com curva catenária inversa e, desde então, os esforços tem focalizado no refinamento deste sistema, desenvolvimento de materiais específicos, melhorias na tecnologia das boias e o estabelecimento de procedimentos acústicos para a localização dos sítios para lançamento dos DAP's (GATES; CUSACK; WATT, 1996; CUSACK, 1996).

Com o intuito de difundir o conhecimento tecnológico a respeito da utilização dos DAP's ancorados, o Secretariado das Comunidades do Pacífico (SPC), com sede em Nouméa, Nova Caledônia, abrangendo 22 ilhas e territórios, lançou uma série de manuais, sendo o primeiro a respeito do 'Planejamento de Programas sobre DAP's' (ANDERSON; GATES, 1996), objetivando auxiliar as autoridades a decidirem sobre a viabilidade de investimentos nos DAP's para pescarias específicas.

O segundo volume, sobre 'Montagem de DAP's para Fundeio em Águas Profundas' (GATES; CUSACK; WATT, 1996), consiste em um guia prático sobre a construção de dois tipos de DAP's específicos, testados e recomendados pela SPC, um sistema com boia de aço mastreada (Fig. 2a) e o outro com flutuadores sintéticos (Fig. 2b), ambos considerados viáveis para lançamentos na maior parte do território integrante da SPC.

Por fim, o terceiro volume sobre o 'Lançamento e Manutenção de Sistemas de DAP's' (GATES; PRESTON; CHAPMAN, 1998), traz informações sobre a escolha do local ideal para lançamento e posterior manutenção dos DAP's propostos.

Além disso, o uso de DAP's ancorados tem sido promovido ao longo do Pacífico Central e Ocidental para auxiliar pescarias de pequena escala desde o Havaí ao sudeste da Ásia de forma que, cada país ou território nessa região possui ou já possuiu um programa de desenvolvimento deste tipo de dispositivo (ITANO; FUKOFUKA; BROGAN, 2004).

No Havaí, desde os anos 70, diversos modelos de DAP's ancorados (Fig. 3) foram desenvolvidos no intuito de revitalizar a indústria pesqueira e promover a pesca esportiva (MATSUMOTO; KAZAMA; AASTED, 1981; HIGASHI, 1994). Entretanto, o modelo que melhor se adaptou às condições locais foi o tipo constituído por uma única esfera, passando a ser adotado como padrão a partir de 1983 (HOLLAND; JAFFE; CORTEZ, 2000).

No período de 1979 a 1985, com financiamento do governo, foram desenvolvidas e lançadas ao mar três gerações de DAP's na Samoa Americana, acompanhadas de uma avaliação quantitativa sobre a efetividade dos mesmos no incremento da captura de peixes pelágicos em áreas oceânicas (BUCKLEY; ITANO; BUCKLEY, 1989).

No Japão, DAP's mais simples visando à concentração do dourado (*Coryphaena hippurus*) vêm sendo lançados em várias localidades por mais de um século, enquanto que os DAP's de águas profundas (>1000 m), visando a concentração de atuns, foram introduzidos no início dos anos 80, a partir das Filipinas para a região Sul do Japão. Mais recentemente, DAP's de aço denominados de 'nirai' (Fig. 4a), com diâmetros que variam de 7 m na parte superficial a 16 m na parte subsuperficial, com custo equivalente a 1 milhão de dólares e durabilidade esperada de 10 anos vêm sendo lançados com subsídios do governo (KAKUMA, 1996; KAKUMA, 2000a).

Um modelo de DAP denominado de "kannizzati", que consiste em balsas de cortiça e que recentemente vem sendo substituído por blocos de poliuretano (Fig. 4b) é amplamente utilizado na tradicional pesca do dourado (*C. hippurus*) nas Ilhas de Malta, Sicília e Majorca no Mediterrâneo (GABRIEL *et al.*, 2005; MORALES-NIN *et al.*, 2000).

No Caribe, as primeiras experiências com DAP's foram realizadas como parte do programa de desenvolvimento da pesca local entre 1965 e 1971, com a instalação de doze balsas de bambu nas proximidades de Curaçao, Bonaire, Barbados e Anguillas, porém sem muito sucesso e, mesmo assim, a partir dos anos 80, diversas ilhas no Caribe tentaram desenvolver as atividades de captura de pelágicos com dispositivos atratores: (REYNAL; BUURT; TAQUET, 2000).

Dessa maneira, após o reconhecimento da eficácia dos DAP's no incremento das capturas de peixes pelágicos, diversas localidades do Caribe passaram a desenvolver seus programas locais, tais como Guadalupe, Dominica, Grenada, Saint-Kitts, Curaçao, Santa Lucia e Cuba (Le ROBERT, 2001).

Neste contexto, as primeiras experiências com DAP's ancorados em Martinica foram realizadas entre 1983 e 1985, com o lançamento de duas unidades, a fim de se testar a eficácia dos mesmos. Em seguida, baseado no programa de avaliação da pesca no Caribe, decidiu-se desenvolver um novo programa entre o final de 1989 e 1992, com a instalação de 11

dispositivos atratores. Por fim, em colaboração com o IFREMER (Instituto Francês de Pesquisa para a Exploração do Mar), de 1994 a 1997 foram lançados 22 DAP's experimentais em profundidades de 500 a 2500 m, e a partir de 1999, após um intercâmbio entre pescadores profissionais, as técnicas de pesca no entorno dos DAP's passaram a ser desenvolvidas na costa do Atlântico (DORAY *et al.*, 2001).

Também, em Porto Rico, experiências para verificar a viabilidade da utilização de DAP's ancorados foram realizadas em 1986, com a instalação de 6 dispositivos em águas costeiras e oceânicas, apresentando resultados positivos com relação ao incremento das pescarias artesanais, porém com deficiências nas estruturas dos DAP's, resultando na perda de 5 estruturas em menos de 6 meses (FEIGENBAUM; FRIEDLANDER; BUSHING 1989).

Em locais com alta incidência de vandalismo, outra inovação, que está relacionada com a questão da longevidade é a utilização de DAP's subsuperficiais, especialmente nas Ilhas Fiji, Tonga, Samoa, Pohnpei e Kiribati, os quais têm apresentado resultados preliminares encorajadores (SOKIMI; BLANC, 2011).

No Havaí foram realizados testes com DAP's subsuperficiais em 1981, acreditando-se ter uma maior durabilidade, uma vez que ficam menos expostos as duras condições superficiais, além não restringirem a passagem de navios (HIGASHI, 1994). No Japão acredita-se que os DAP's subsuperficiais sejam menos suscetíveis a perdas, com a consequente instalação de 56 unidades em 1996 (KAKUMA, 2000a).

Nos Estados Unidos, experiências com DAP's subsuperficiais foram primeiramente realizadas em águas costeiras na Florida (WICKHAM; RUSSEL, 1974) e posteriormente na Carolina do Sul, com resultados positivos na atração de pequenos peixes pelágicos (De SYLVA, 1982). Diversos modelos de DAP's, superficiais e de meia água, foram testados desde 1980, em diferentes localidades nas Ilhas Virgens Americanas para se avaliar o potencial no incremento do setor pesqueiro artesanal e recreativo (WORKMAN *et al.*, 1985; FRIEDLANDER; BEETS; TOBIAS, 1994).

Já no Brasil, os primeiros experimentos com DAP's ancorados foram realizados em 1984 nos limites da plataforma continental dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, inicialmente com balsas de bambu e posteriormente com três boias fundeadas (Fig. 5a), objetivando o fortalecimento da pesca do bonito-listrado, recém-desenvolvida no país. Adicionalmente, mais oito boias feitas com

tambores de óleo foram lançadas, porém, não resistiram às duras condições de mar (SCOTT, 1985).

Posteriormente, experiências com a capacitação de pescadores artesanais em Pernambuco, para a construção de atratores superficiais foram desenvolvidas pelo Centro de Pesquisas e Gestão dos Recursos Pesqueiros do Nordeste (CEPENE) no período entre 1989-1991, apresentando resultados satisfatórios na concentração de peixes pelágicos e incremento dos índices de captura por embarcação (CEPENE, 1982).

Enquanto que na região Sul, no ano de 1998, foi realizado um projeto de instalação de atratores artificiais objetivando a concentração de peixes pelágicos, através de um convênio entre o setor público e privado, obtendo resultados satisfatórios já no primeiro ano de instalação, porém, devido à falta de recursos, não foi possível realizar um monitoramento efetivo deste experimento e desde então, diversos tipos de atratores (Figs. 5c e 5d) vêm sendo lançados por armadores e pescadores de Santa Catarina em uma média de 6 a 8 por embarcação, além da realização das pescarias próximo às plataformas de extração petróleo, as quais também agem como agregadores (LIMA; LIN; MENEZES, 2000; SANTOS; ANDRADE, 2004).

Além disso, relatos sobre as operações de pesca da frota de Itaipava, Espírito Santo, confirmam a utilização de plataformas de extração de petróleo e boias ancoradas ou ainda quaisquer objetos flutuantes como atratores (BUGONI *et al.*, 2008).

Por fim, vale salientar que a instalação de DAP's faz parte das políticas públicas a Almejadas pelo Ministério de Pesca e Aquicultura (MPA, 2012). Desde 2009 foram adquiridas 20 boias baseadas no modelo de boia de aço mastreada (Fig. 5b) fornecido pelo SPC, porém, devido à falta de qualificação técnica na fase inicial do projeto, as mesmas estão impedidas de serem lançadas, por não atenderem aos requisitos das Normas da Autoridade Marítima (NORMAM – Capítulos 13 e 17).

Figura 1: Principais modelos de 'payaos' utilizados nas Filipinas. a) payao de bambu; b) payao com balsa retangular de aço; c) payao com tambores galvanizados. Adaptados a partir de: Dickson e Natividad (2000). Disponível em: <http://archimer.ifremer.fr/doc/00042/15326/12646.pdf>

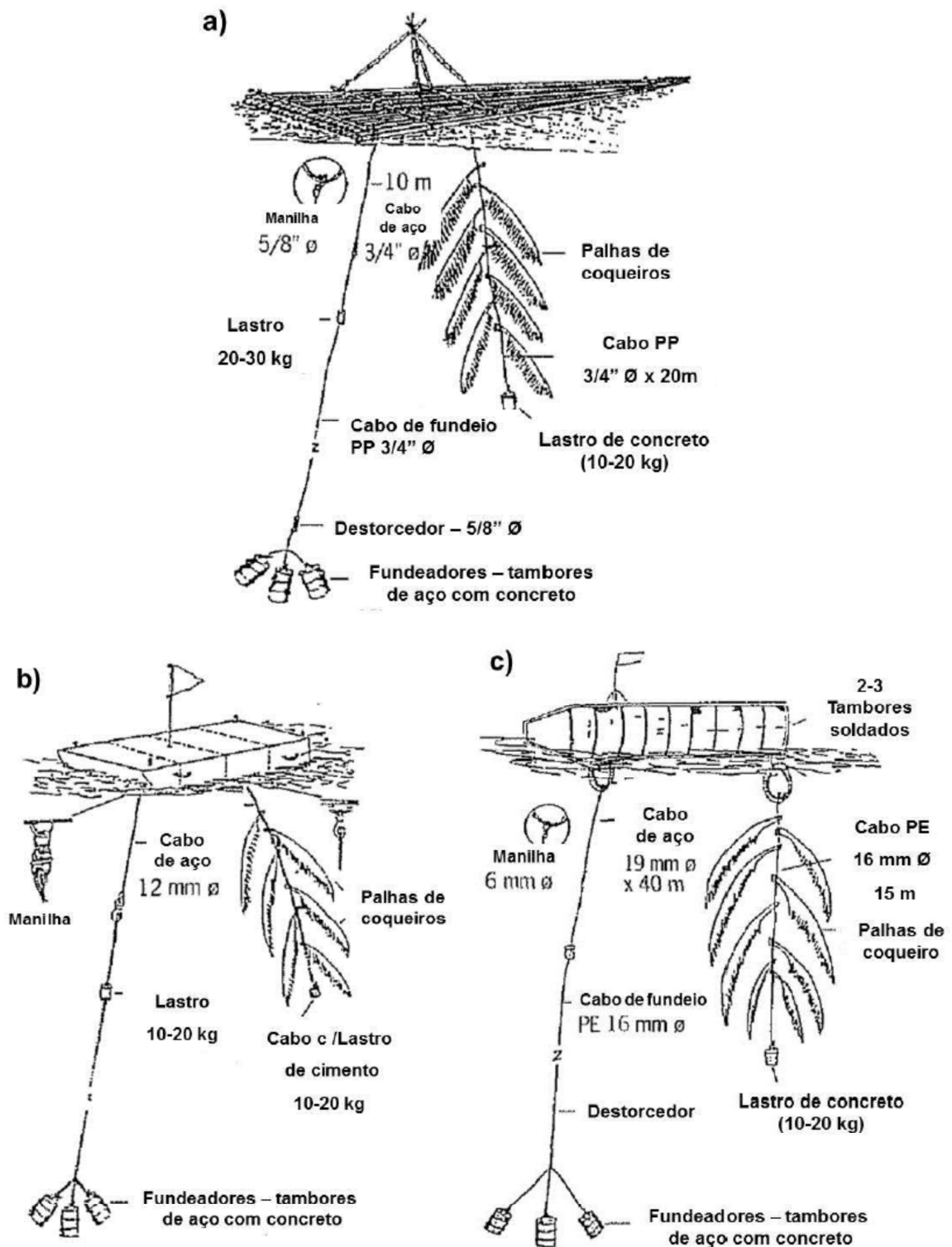




Figura 2: Modelos de DAP's ancorados propostos pelo Secretariado das Comunidades do Pacífico (SPC): a) DAP com boia de aço mastreada e b) DAP do Índico feito com flutuadores. Adaptado de GATES, PRESTON e CHAPMAN, 1998.

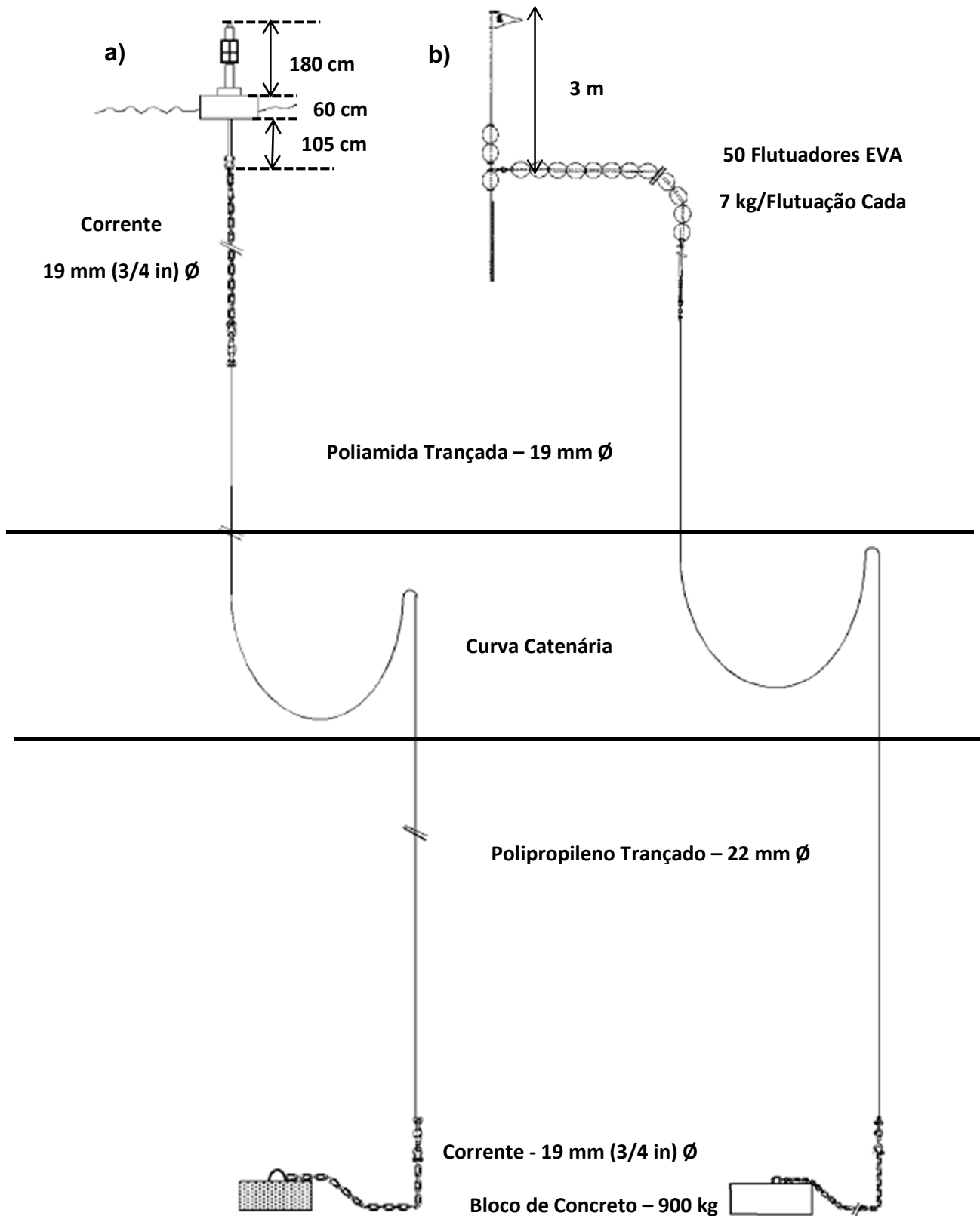


Figura 3: Modelos de DAP's ancorados testados no Havaí. Fonte: Higashi (1994).

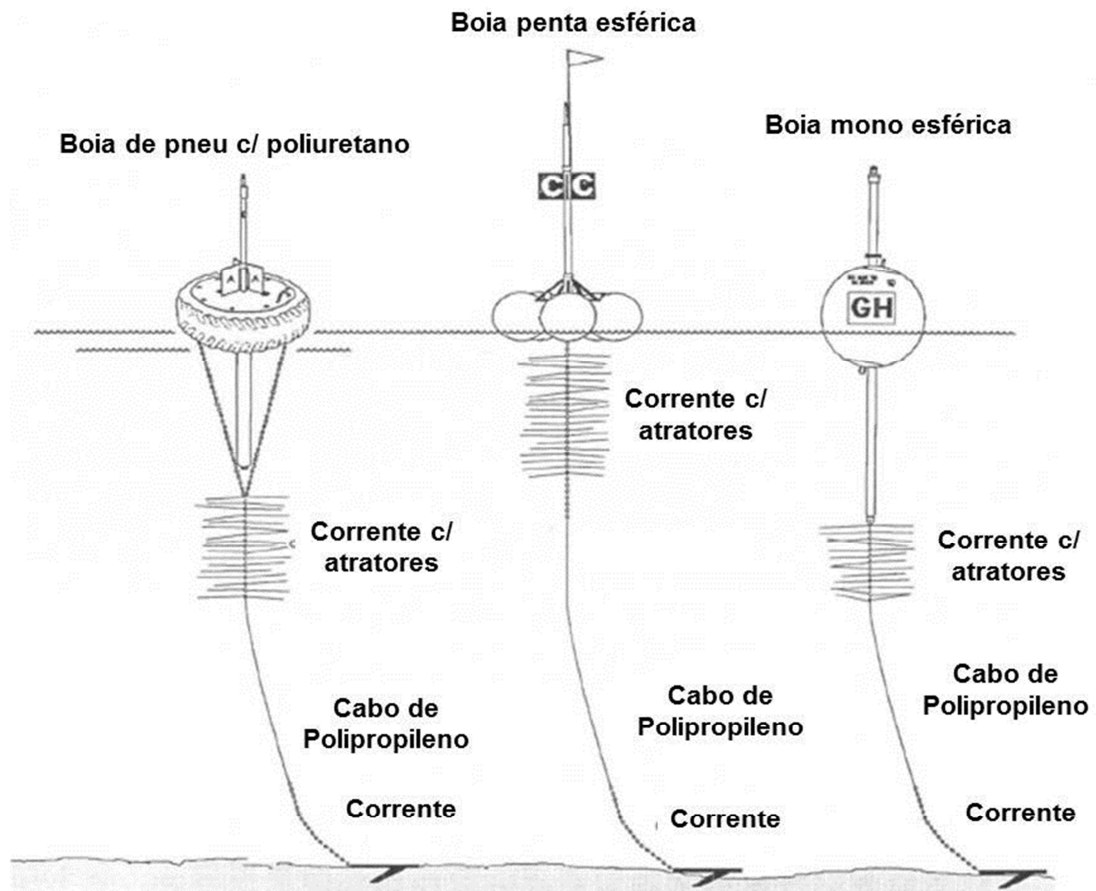


Figura 4: a) 'Nirai': modelo de DAP de alta durabilidade desenvolvido no Japão. Fonte: Kakuma (1996). b) 'Kannizzati': modelos de DAP's tradicionais utilizados no Mediterrâneo. Fonte: Gabriel *et al.* (2005).

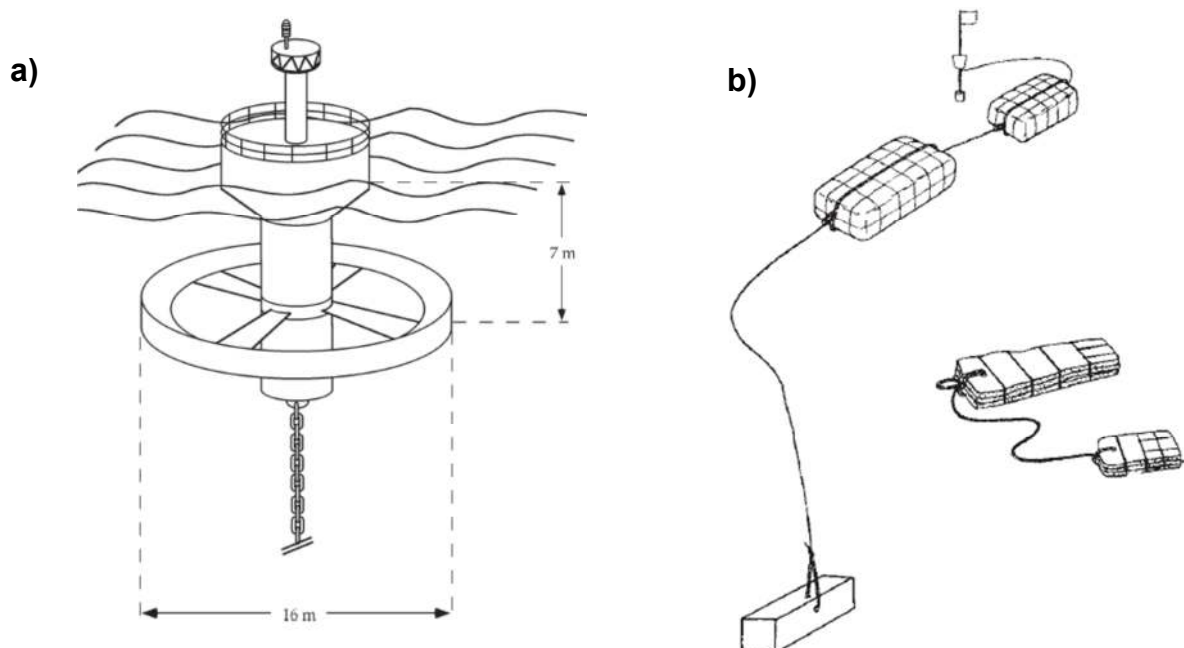
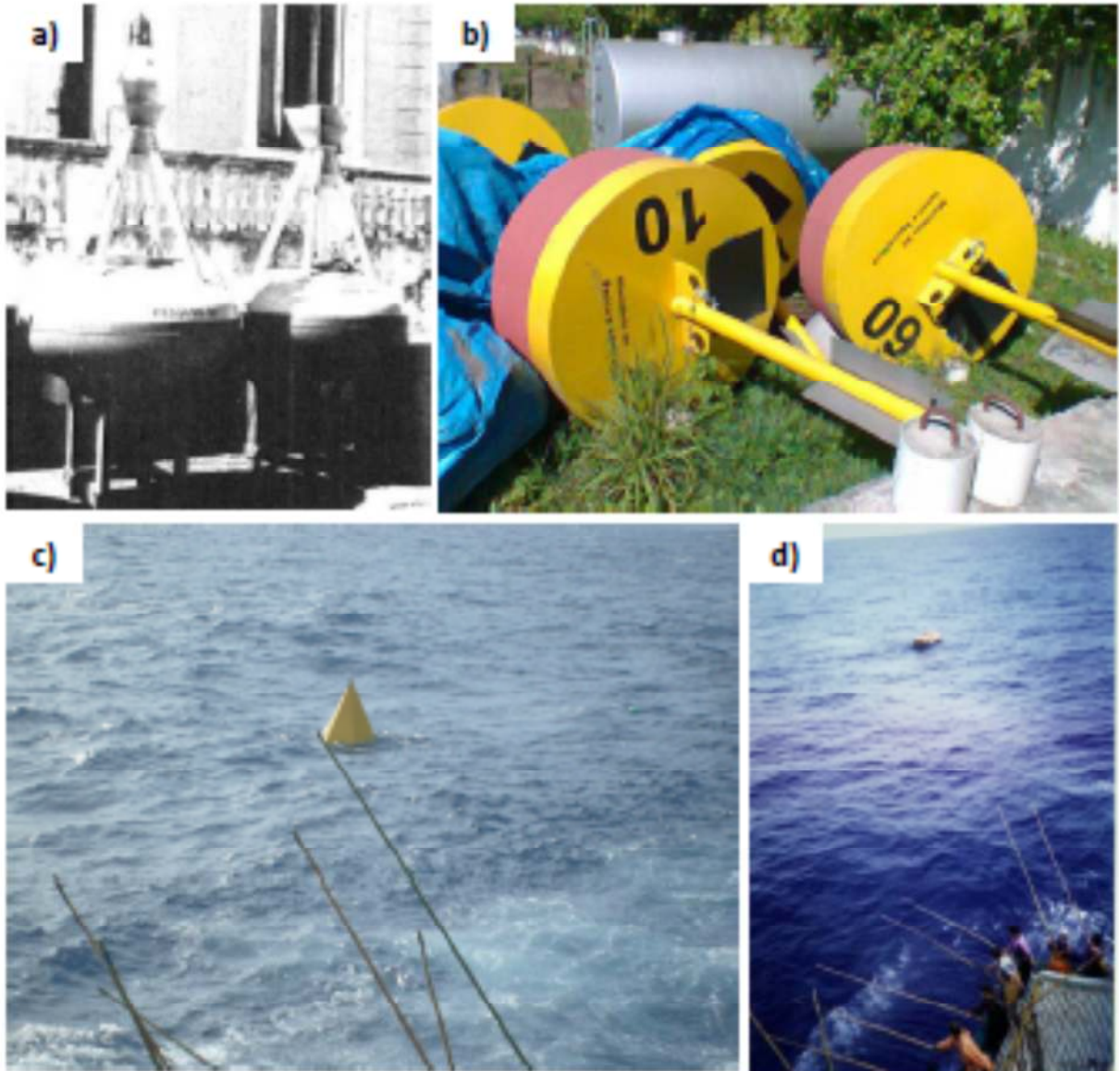


Figura 5: Dispositivos atratores no Brasil: a) primeiras boias lançadas com a finalidade de concentração de peixes pelágicos, Fonte: SCOTT (1985); b) boias adquiridas pelo Ministério de Pesca e Aquicultura em 2009; c) e d) pesca do bonito-listrado no entorno de boias particulares lançadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Imagem cedida pelo MPA a partir do banco de imagens do GEP/UNIVALI e CEPSUL; Créditos: Luis Henrique P. Souza e Reges Ross).



## 2.2 Dispositivos Atratores Derivantes

“DAP derivante é definido como qualquer objeto flutuante, livremente a deriva, com o propósito de incrementar as operações de pesca, podendo ser um objeto natural (troncos, algas, animais mortos, etc.), construído artificialmente para tal propósito (balsas, panagens, flutuadores), ou ainda, objetos naturais modificados para incrementar o seu poder de atração” (ITANO, 2007).

Os primeiros objetos flutuantes utilizados por pescadores eram todos de origem natural, tais como carcaças de baleias mortas e, principalmente, partes de árvores levadas ao oceano através de rios em áreas costeiras tropicais próximas a mangues (FREON; DAGORN, 2000). As pescarias de atuns no entorno de destroços a deriva têm sido realizadas pelos barcos operantes com redes de cerco desde o início dos anos 60 em áreas onde tais objetos são abundantes (FONTENEAU, 2000). Globalmente, 40% das capturas de atuns tropicais provêm da pesca de cerco no entorno de objetos flutuantes (DAGORN *et al.*, 2012). Além disso, a maior parte das capturas realizadas em objetos flutuantes é oriunda da frota operante com redes de cerco, com destaque para o Atlântico Oriental, nas proximidades do continente africano (FONTENEAU, 1993).

A partir dos anos 80 os pescadores passaram a construir e lançar no mar objetos artificiais dotados de radio-transmissores (Fig.6) que facilitam a localização e eco-sondas que transmitem via rádio informações sobre a biomassa agregada, desde então, vários estudos vêm sendo realizados em diversas partes do mundo com o fim de se compreender melhor a dinâmica de associação de cardumes de grandes pelágicos a estas boias atratoras instaladas em áreas oceânicas (FRÉON; DAGORN, 2000; ITANO, 2007).

Além disso, desde o início dos anos 90, o ‘design’ dos DAP’s derivantes permanece constante, consistindo em balsas de bambu de 4 a 6 m<sup>2</sup>, revestidas com panagens de redes de cerco antigas para torna-los o menos visível possível e se estendendo a alguns metros abaixo da superfície com o fim de ampliar o seu poder de concentração (Fig.6) (DAGORN *et al.*, 2012).

Mais recentemente, relatos apontam a existência de mais de 3000 DAP’s derivantes lançados em todo o Oceano Atlântico pelas frotas de origem francesa, espanhola e ganesa, com operações em mar aberto (BANNERMAN; BARD, 2002).

Além de que, segundo dados de observadores de bordo, parte das operações de captura de atuns com barcos de cerco de bandeira espanhola arrendados ao Brasil foram realizadas com a utilização de DAP's derivantes (LIMA *et al.*, 2011).

Entretanto, o uso dos DAP's derivantes pela frota operante com redes de cerco pode levar a três tipos impactos negativos, a saber: I) redução no rendimento por recruta das espécies alvos e consequente comprometimento dos estoques; II) aumento da captura da fauna acompanhante e consequente perturbação do equilíbrio no ecossistema pelágico; III) alteração prejudicial nos movimentos migratórios das espécies associadas aos mesmos (DAGORN *et al.*, 2012).

Por conta disso, dentro do contexto do gerenciamento preventivo, as conclusões obtidas por pescadores, cientistas e comissões regionais são de que o uso dos DAP's derivantes deve ser controlado e limitado em níveis moderados, mesmo que seu real impacto negativo não possa ser efetivamente avaliado (FONTENEAU; PALLARÉS; PIANET, 2000).

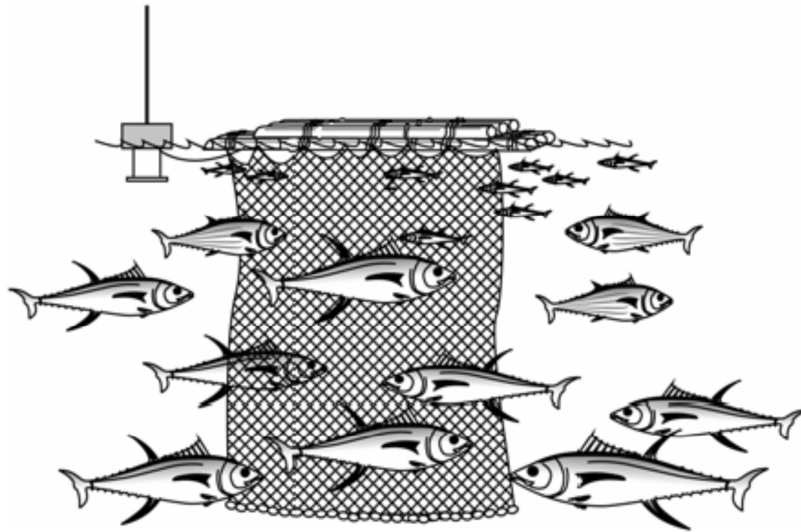
Dessa forma, as comissões para o gerenciamento regional das pescarias de atuns ('Inter-American Tropical Tuna Commission', IATTC; 'International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas', ICCAT; 'Indian Ocean Tuna Commission', IOTC; e 'Western and Central Pacific Fisheries Commission', WCPFC) têm implementado diversas medidas no sentido de regulamentar o uso dos DAP's em escala industrial (DAGORN *et al.*, 2012).

Como exemplo de tais medidas, em 1999 a ICCAT estabeleceu a recomendação sobre o fechamento de uma área/temporada para a frota operante no entorno de objetos flutuantes com redes de cerco ou isca-viva no Atlântico Oriental (ICCAT, 2000). Além disso, novos designs de DAP's derivantes vêm sendo testados também no sentido da redução dos impactos ecológicos causados pelos mesmos, especialmente em relação à redução das capturas de fauna acompanhante. (MOLINA *et al.*, 2005; FRANCO *et al.*, 2009; 2012).

Por outro lado, pescadores da frota operante na pesca com isca viva no Atlântico Oriental desenvolveram uma técnica denominada de 'cardume associado', a qual consiste em utilizar o próprio barco como agregador, permanecendo a deriva até completar a capacidade de armazenamento e em seguida transferir o cardume para outra embarcação, fato este que incrementou notoriamente as produções desta modalidade de pesca (FONTENEAU; DIOUF, 1994; HALLIER; MOLINA, 2000). No

Brasil existem registros da utilização desta técnica por parte das frotas sediadas nas regiões Sul (SCHROEDER; CASTELO, 2005) e Nordeste (SILVA; FONTELES-FILHO, 2011).

Figura 6: DAP derivante equipado com boia rádio. Fonte: Itano (2007) a partir do guia de treinamento do SPC.



### 3. COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO DE PEIXES PELÁGICOS

É comum encontrarmos nas bases de pesquisa os termos: 'dispositivos agregadores de peixes' e 'cardumes associados / agregados a' ou 'no entorno de objetos flutuantes'. Desta forma, surge a dúvida sobre qual o termo que melhor identifica este tipo de comportamento característico de peixes pelágicos.

Castro *et al.* (2002) utilizaram os termos associação ou agregação para agrupar as espécies de peixes de acordo com o critério de distancia e o grau de dependência das mesmas com os objetos flutuantes: peixes agregados seriam aqueles que vivem muito próximo a uma estrutura flutuante e apresentam uma grande dependência em relação a sua presença (em geral para obtenção de refúgio, alimento, etc.) e os peixes associados são aqueles que circulam entre dezenas a centenas de metros da estrutura flutuante e não demonstram qualquer sinal de dependência vital.

Parin e Fedoryako (1999) subdividiram as comunidades de peixes associados a objetos flutuantes em três classes de acordo com a distribuição radial em: I) intra natantes, os quais permanecem dentro de um raio de 0,5 m do objeto; II) extra natantes, os que permanecem entre 0,5 e 2 m; III) circum natantes, aqueles que permanecem de 2 m até várias milhas náuticas de distância. Entretanto, Freon e Dagorn (2000) sugeriram uma alteração desta classificação para: intra natantes, até 2 m de distância, extra natantes, entre de 2-50 m e circum natantes, para distâncias superiores a 50 m.

Na realidade, existe uma grande polêmica em torno das hipóteses que tentam explicar os fatores que levam os cardumes de peixes pelágicos e se associarem a objetos flutuantes. Freón e Dagorn (2000) afirmam que:

A teoria mais consistente se relaciona com a “hipótese do ponto de encontro”, segundo a qual os atuns se agregam no seu entorno para aumentar as chances de encontro entre indivíduos isolados ou entre pequenos cardumes e, assim, contribuir para a sobrevivência do grupo, além disso, também apontam a teoria do ‘log-indicador’, que se baseia no preceito de objetos flutuantes ocorrerem mais comumente em zonas frontais, causadas por convergências oceânicas, e que a associação com tais objetos, portanto, conduz os peixes para as áreas mais produtivas.

Existem registros na literatura de mais de 300 espécies pertencentes a 96 famílias que assumem dois tipos de comportamento em função dos DAPs, agregativo e associativo, os quais podem ser resultantes de vários tipos de motivação, tais como proteção contra predadores, alimentação, ponto de descanso, ponto de encontro e formação de cardumes, de acordo com as espécies e seus respectivos estágios de vida (CASTRO *et al.*, 2002).

#### **4. ESTADO DA ARTE EM PESQUISAS SOBRE DAP'S**

Dempster e Taquet (2004), em revisão sobre o nível de conhecimentos sobre os DAP's, classificaram os principais tópicos dos artigos publicados em 4 grandes áreas: (1) artigos gerais, direcionados em grande parte para a descrição de programas de implementação de DAP's ou revisões; (2) incremento de pescarias, predominantemente relacionados com a produção pesqueira ou técnicas de capturas associadas aos DAP's; (3) estudos biológicos, dominados pelas pesquisas sobre o mecanismo de atração dos DAP's e movimentos dos cardumes associados, efeitos da atividade de pesca sobre os estoques de peixes e estudos relacionados a

dieta dos peixes associados, os quais são relativamente escassos; (4) artigos sobre as questões relacionadas ao gerenciamento, tendo como foco principal os benefícios sócio-econômicos gerados pela implementação dos DAP's, assim como, mais recentemente, os artigos relacionados com a fauna acompanhante capturada nas pescarias associadas aos DAP's representam uma área emergente.

Para Dagorn *et al.* (2012) as principais lacunas acerca do conhecimento sobre os DAP's permanecem incompletas, havendo uma necessidade de se rever o que se sabe sobre os impactos gerados pelos mesmos e de se investigar novas medidas de gerenciamento. Uma destas medidas propostas pelos autores seria a criação de um grupo internacional para coordenação das pesquisas sobre DAP's, como forma de direcionar o seu uso racional. Como exemplo, podemos citar o projeto 'Fish Aggregating Devices as Instrumented Observatories of Pelagic Ecosystems' (FADIO), o qual foi composto por um consórcio de 10 agências multidisciplinares, com mais de 30 pesquisadores e técnicos, com o objetivo de desenvolver novas tecnologias de monitoramento de comunidades agregadas aos DAP's ampliando os conhecimentos sobre o comportamento das espécies de peixes no seu entorno (DAGORN *et al.*, 2006).

A importância dos DAP's como ferramenta de incremento na produção de peixes pelágicos e seus respectivos impactos levou à organização de eventos específicos sobre o assunto, tais como os que foram realizados em San Diego em 1992, em Martinica no ano de 1999 e, mais recentemente, no Tahiti em 2011, reunindo os principais técnicos e pesquisadores do mundo, abordando diversos temas relacionados aos aspectos técnicos sobre a construção e manutenção de tais dispositivos, tecnologias de captura e aspectos ecológicos e socioeconômicos de sua utilização.

## **5. BOIAS DE DADOS X PESCA: O CASO DO PROGRAMA PIRATA**

Embora não existam leis específicas que impeçam a pesca nas proximidades de boias de coleta de dados, os principais operadores deste tipo de equipamento vêm trabalhando para desenvolver modelos mais resistentes, o que torna o seu processo de construção e manutenção mais caro, aumentando conseqüentemente a preocupação com o vandalismo comumente resultante da



atividade pesqueira em seu entorno. Desta forma, os principais esforços para prevenir qualquer tipo de inconveniente, têm se limitado principalmente às medidas educação e conscientização, afirma Teng *et al.* (2010), em publicação sobre os tipos de vandalismo com boias de dados do Centro Nacional de Boias do NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration - USA).

Atividades relacionadas à pesca são a causa primária da perda de transmissão de dados nas boias no Pacífico Oriental e Ocidental e no Atlântico Oriental, geralmente resultando em conflitos com a consequente perda de equipamentos de pesca e danos ao sistema de fundeio. Tentativas de redução desses conflitos vêm sendo realizadas através de programas de divulgação, porém, sem muito sucesso. Entretanto, esforços para ampliar a conscientização da comunidade pesqueira sobre os impactos altamente prejudiciais da atividade no entorno de boias oceânicas fundeadas devem ter continuidade (McPHADEN *et al.*, 2000).

Dentro deste contexto, podemos destacar algumas recomendações e proibições por parte de comissões relacionadas à atividade pesqueira, tais como da Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC, 2009) e da Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC, 2010), as quais estabelecem um limite de 1 milha náutica para as ações de pesca nas proximidades de boias coletoras de dados.

Por outro lado, Josse e Bertrand (2000) realizaram estudos com técnicas de hidroacústica e captura com corrico para determinar a biomassa e composição das espécies associadas a uma boia do programa TOGA (Tropical Ocean Global Atmosphere), Relini *et al.* (1994) caracterizaram uma boia de dados no Mediterrâneo agindo como FAD e, posteriormente, Relini *et al.* (2000) relataram a utilização de uma boia meteorológica instalada no Mediterrâneo por pescadores artesanais das cidades de Malta, Sicília e Majorca.

Atualmente, de acordo com dados do 'Data Buoy Cooperation Panel' (DBCP, 2011), existem cerca de 1550 boias de deriva e 480 boias fundeadas (Fig. 7), dentre as quais está inserida a matriz global de boias intertropicais (McPHADEN *et al.* 2010), da qual fazem parte as boias do programa PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic) (Fig. 8).

O referido Programa surgiu mediante a necessidade de criação de um banco de dados sobre as condições climáticas no Atlântico Tropical, tendo como meta a coleta e o envio via satélite e em tempo real de uma variedade de dados oceânicos e atmosféricos, tais como temperatura da superfície do mar, temperatura subsuperficial na faixa que vai até 500m de profundidade, velocidade e direção dos

ventos, pressão atmosférica, umidade, radiação e condutividade, essenciais para pesquisa científica e previsão climática (SERVAIN *et al.* 1998, MCPHADEN, *et al.*, 2000).

O programa PIRATA foi desenvolvido como uma rede de observação multinacional envolvendo Brasil, França e Estados Unidos e após a fase piloto de 1997 a 2001, na qual todas as 20 boias (Fig. 9a) foram implantadas, os países decidiram estender o período de manutenção por mais 5 anos, denominado fase de consolidação, com o objetivo de demonstrar que os dados poderiam contribuir significativamente no campo científico e operacional, entretanto, logo em 1999 duas boias tiveram que ser desativadas devido ao vandalismo causado pela atividade de pesca no Atlântico Oriental, porém o programa já previa essas perdas, baseado no fato de que no Pacífico as mesmas giram em torno de 10% (Bourles *et al.* 2008).

Dentre os principais impactos gerados pela atividade de pesca nas boias do Programa PIRATA no Atlântico Oeste Equatorial, Silva e Fonteles-Filho (2011) reportaram a ocorrência de material de pesca emaranhado no sistema de fundeio das mesmas (Fig. 9b e 9c), assim como a presença de barcos atracados e em atividade de pesca em seu entorno (Fig. 9d e 9e).

Portanto, podemos estabelecer que estudos mais aprofundados são necessários ao melhor entendimento dos impactos causados pela interação com a atividade pesqueira, complementados por programas de conscientização da comunidade pesqueira sobre a importância das boias e sua respectiva preservação. Todavia, outra forma de redução de tais impactos seria o desenvolvimento de um programa de instalação de dispositivos atratores de peixes em áreas mais próximas da costa, fato que provavelmente dispersaria as atividades no entorno da boia PIRATA.

Figura 7: Figura 7. Distribuição das boias de dados em todos os oceanos. Fonte: Data Buoy Cooperation Panel (2012).

<http://www.jcommops.org/dbcp/network/dbcpmaps.html>

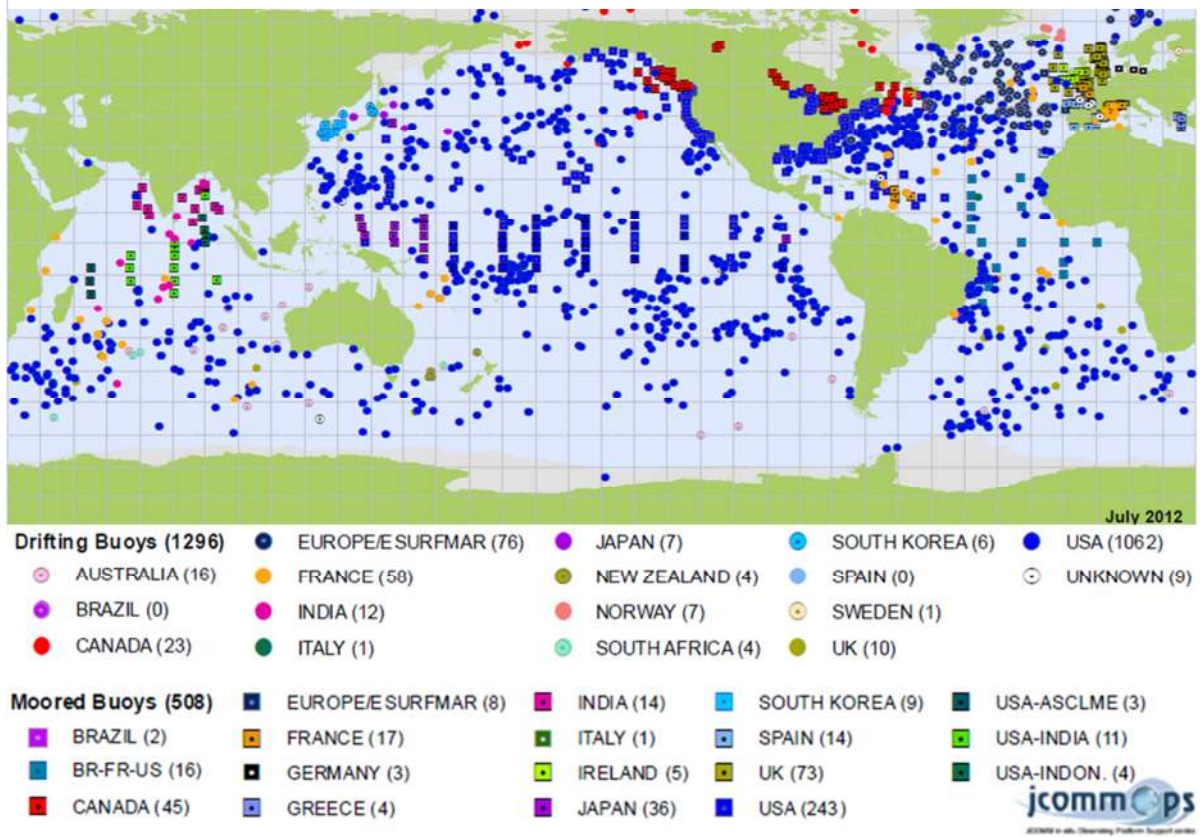


Figura 8: Matriz global de boias oceânicas ancoradas com os respectivos programas. Fonte: McPhaden *et al.* (2009).

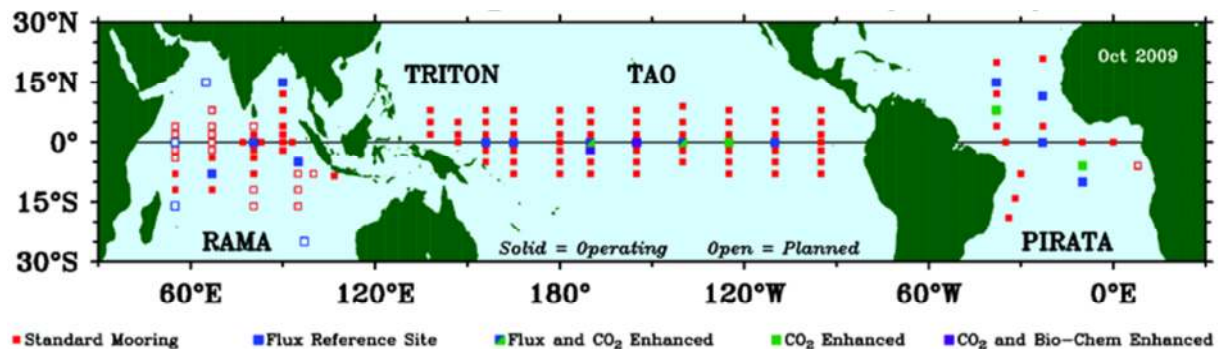
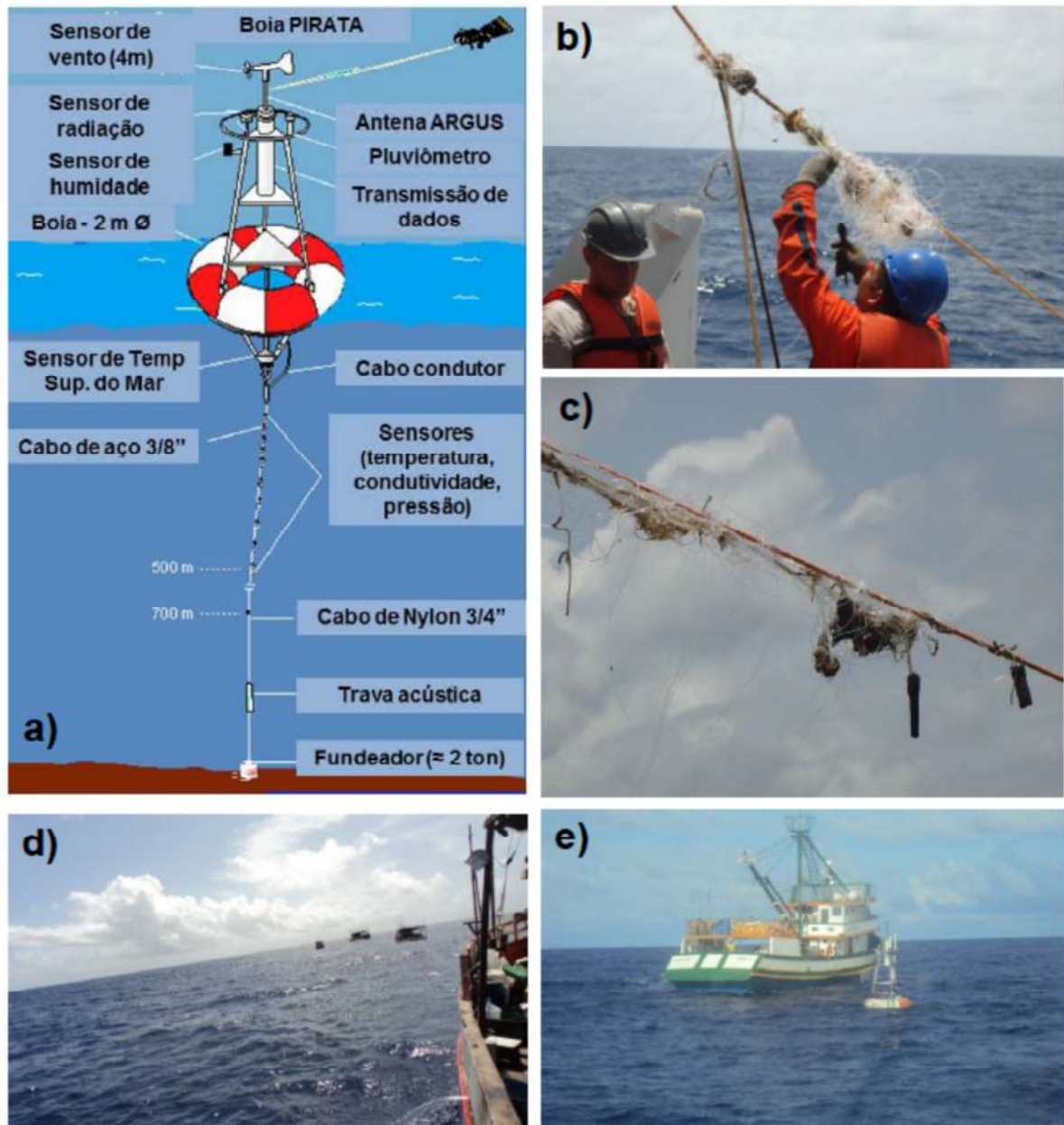


Figura 9: a) Desenho técnico representando o modelo de boia utilizado no Programa PIRATA com seus diversos sensores e respectivo sistema de fundeio. Fonte: <http://www.pmel.noaa.gov/tao/images/stdatl.gif>. b) e c) Operação de manutenção dos cabos da boia do Programa PIRATA com materiais de pesca emaranhados. Fotos cedidas pela equipe técnica do INPE. d) Embarcações atracadas na estrutura da boia; e) Embarcação nacional em atividade de pesca no entorno da boia.



## **CAPÍTULO II - TECNOLOGIA DE PESCA DE ATUNS E AFINS EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.**

### **1. INTRODUÇÃO**

Em busca de alternativas para o colapso da pesca de lagostas, devido principalmente a prática excessiva de forma predatória e ilegal, parte do setor pesqueiro do Município de Areia Branca está envolvida em uma modalidade de pesca de atuns e afins no entorno de uma boia do Programa PIRATA (Pilot Moored Array in the Tropical Atlantic) fundeada no Oceano Atlântico Oeste Equatorial com a finalidade de coleta de dados oceanográficos e atmosféricos, a qual também acaba por atuar como dispositivo de agregação de peixes pelágicos (DAP).

Trabalhos de descrição das técnicas de pesca associadas aos DAP's são importantes ferramentas de difusão tecnológica, especialmente como orientação na implementação dos mesmos em localidades sem conhecimento prévio. Neste sentido, como forma de auxiliar as comunidades do Pacífico, Preston *et al.* (1987) publicaram manual sobre as técnicas de corrico e Preston, Chapman e Watt (1998) publicaram manual sobre a utilização do espinhel vertical e demais técnicas utilizadas em DAP's.

Dentre os principais tópicos relacionados aos estudos sobre estes dispositivos, artigos sobre as técnicas de pesca no entorno dos mesmos são relativamente escassos (DEMPSTER e TAQUET, 2004). Dessa forma, Chapman (2000) descreveu as técnicas de pesca de pequena escala utilizadas no entorno de DAP's no Pacífico. Prado (2002) apresentou revisão sobre as principais técnicas de captura associadas a DAP's pela pesca de pequena escala.

Além disso, Roos *et al.* (2000) descreveram a evolução das técnicas de captura associadas a DAP's nas Ilhas Reunião. Friedlander (1992) comparou técnicas de pesca experimentais com as técnicas tradicionais utilizadas no entorno de DAP's em Porto Rico e Taquet *et al.* (2000a; 2000b) desenvolveram uma série de experimentos pra analisar a viabilidade de utilização de técnicas com espinhel no entorno de DAP's ancorados em Martinica.

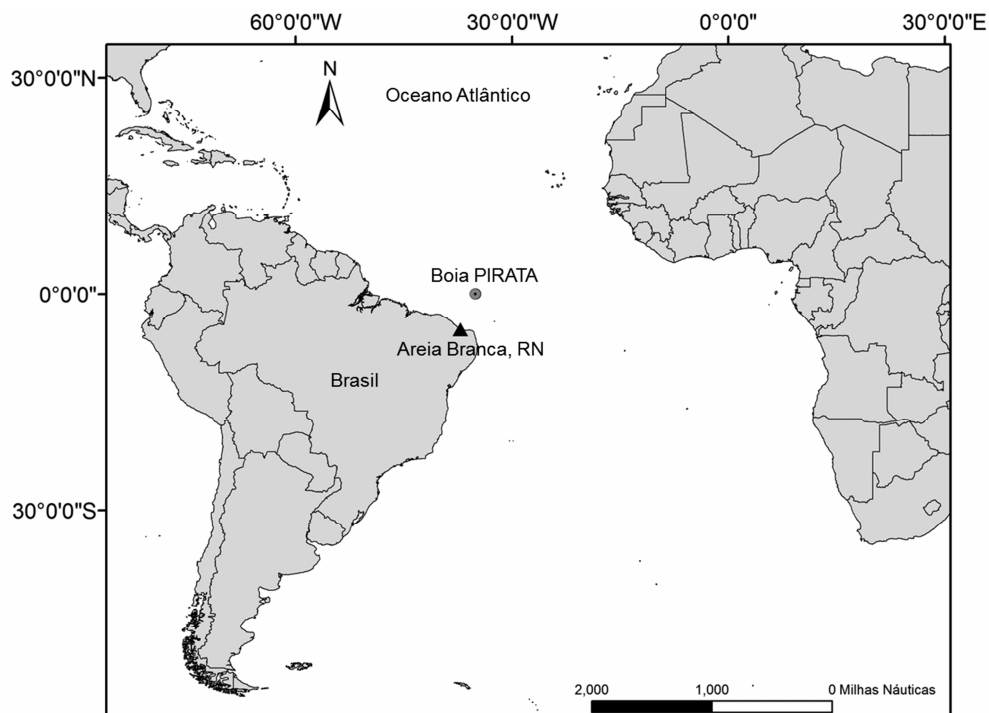
No Brasil, relatos sobre técnicas de pesca sobre cardumes associados podem ser observados em Schroeder e Castello (2007), os quais descreveram as técnicas utilizadas por mestres de embarcações sediadas em Itajaí, Santa Catarina, atuantes na pesca com cardumes associados e em Bugoni *et al.* (2008), os quais descreveram as operações de pesca da frota sediada em Itaipava, Espírito Santo.

Desta forma, o presente trabalho pretende caracterizar os aspectos tecnológicos desta atividade, relativos à frota, às técnicas de captura utilizadas e à distribuição das operações no Atlântico Oeste Equatorial.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A principal boia, em torno da qual se concentram as atividades de pesca, fica fundeada em águas internacionais, em uma profundidade superior a 4000 m, nas coordenadas 0° de latitude e 35°W de longitude, distante 323 milhas náuticas do cais pesqueiro de Areia Branca, RN e 260 milhas náuticas do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, segundo informações obtidas da carta náutica digital nº 1, Costa e Ilhas ao Largo, disponibilizada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN, 2012) (Figura 10).

Figura 10: Mapa com a localização e rota da boia PIRATA no Atlântico Oeste Equatorial a partir dos cais pesqueiro de Areia Branca, RN.



Para a caracterização da frota, foram obtidos os dados referentes às características estruturais das embarcações através do documento de registro na Capitania dos Portos, acompanhados pelas informações sobre a capacidade de armazenamento de combustível e gelo por meio de entrevistas com os proprietários e mestres das mesmas.

Para caracterização das tecnologias de captura, foram realizados nove embarques distribuídos temporalmente entre Janeiro de 2011 e Dezembro de 2012 (Tab. 1), totalizando 147 dias embarcados, oportunidade em que foram observadas as artes de pesca e tipos de isca utilizados complementadas com registros fotográficos e entrevistas com os membros da tripulação. Além de imagens subaquáticas de alta definição, obtidas com uma câmera modelo goPro®, as quais auxiliaram na compreensão dos procedimentos de capturas das principais artes de pesca.

Tabela 1. Distribuição temporal dos embarques na pesca de atuns e afins no Atlântico Oeste Equatorial.

Embarque nº	Saída	Chegada	Dias de Embarque
1	29/01/2011	18/02/2011	19
2	02/04/2011	16/04/2011	14
3	23/07/2011	03/08/2011	10
4	13/09/2011	05/10/2011	22
5	16/11/2011	09/12/2011	23
6	23/05/2012	07/06/2012	14
7	18/08/2012	30/08/2012	12
8	24/08/2012	10/09/2012	16
9	15/11/2012	02/12/2012	17

Para verificar a composição específica e estrutura de comprimentos capturada por cada petrecho de pesca, os indivíduos tiveram seus comprimentos furcais (CF) mensurados por meio de um paquímetro com 2 m de comprimento e precisão de 0,5 cm. Os espécimes foram classificados em juvenis ou adultos com base nos valores de  $L_{50}$ , o qual representa o tamanho em que 50 % das fêmeas estão aptas a reproduzir, estabelecidos em 110 cm e 108 cm de comprimento furcal

para a albacora bandolim (MATSUMOTO; MYABE, 2002) e para a albacora laje (ALBARET, 1977), respectivamente.

A diferença entre as distribuições de frequência das espécies alvo foi analisada por meio do teste não paramétrico de Kolmogorov-Smirnov. Os dados de comprimento foram agrupados em intervalos de classe de comprimento furcal (CF) de acordo com o petrecho de pesca utilizado a fim de observar as amplitudes de comprimento sobre as quais os mesmos atuam.

As operações de pesca foram georreferenciadas por meio de aparelho GPS (Global Positioning System), sendo anotadas informações como os locais e horários de início e fim das principais atividades observadas e os pontos obtidos foram utilizados na confecção de mapas temáticos através do software ArcGIS versão 9.3.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Frota**

Atualmente a frota é composta por nove embarcações, todas construídas em madeira, com cabine na proa, com exceção da embarcação 9 que possui cabine na popa. As características estruturais podem ser observadas na Tabela 2.

Como adaptações para a pesca de atuns e afins em cardumes associados, foram instalados refletores luminosos, os quais são considerados essenciais para a concentração de peixe-voador durante a noite, além de caixas isotérmicas no convés, de modo a aumentar a capacidade de armazenamento de gelo e facilitar o manuseio do pescado a bordo (Fig. 11).

Todas as embarcações são equipadas com aparelho GPS para navegação e localização da boia, ecossonda para monitorar os cardumes, e rádios SSB e VHF para comunicação de longa e curta distância, respectivamente. Os barcos viajam em média 60 horas para chegar à boia na qual as atividades de pesca são concentradas.



Tabela 2: Características das embarcações sediadas em Areia Branca que atuam na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. CT- comprimento total; B- boca; P- pontal; CL- calado leve; CC- calado carregado; C- contorno; AB- arqueação bruta; CG- capacidade de estocagem de gelo; CO- capacidade de estocagem de óleo combustível; ANO – ano de construção; D.P- desvio padrão.

Embarcação	Características									
	CT	B	P	CL	CC	C	AB	CG	CO	ANO
1	12,20	4,40	1,00	0,80	1,00	6,20	16,9	500	3200	1988
2	13,20	4,90	1,75	0,80	1,30	7,50	18,8	600	4000	2004
3	12,70	4,60	1,50	0,60	1,10	7,10	18,8	500	3500	2002
4	14,37	5,30	2,20	0,80	1,30	7,40	33,1	650	5000	2003
5	13,40	4,30	1,70	0,70	1,30	7,15	20,0	600	4000	1978
6	13,20	4,60	1,75	0,70	1,30	7,12	19,9	600	4000	2003
7	12,50	4,20	1,65	0,70	1,20	7,00	20,0	600	4000	2011
8	12,85	4,30	1,70	0,67	1,12	7,10	17,0	750	4500	1992
9	13,80	4,58	1,70	0,60	1,20	7,15	19,3	650	5000	2002
Média	13,40	4,58	1,66	0,71	1,20	7,09	20,42	605,5	4133,3	
D.P	0,67	0,34	0,31	0,08	0,11	0,37	4,90	76,8	610,3	

Figura 11: Embarcação atuante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial, com destaque para as adaptações para esta atividade.



A tripulação é composta geralmente por seis membros, sendo atribuídas as seguintes funções: 1 mestre, 1 auxiliar de mecânica, 1 cozinheiro, 1 geleiro e 2 pescadores. Com relação às rotinas de trabalhos, foram observadas duas situações extremas, com atividades menos intensas, quando as embarcações não se encontravam com qualquer cardume associado e, por outro lado, atividades muito intensas, quando havia cardume, inclusive com períodos superiores a 24 horas de atividades, com pequenas pausas apenas para alimentação e descanso de aproximadamente 2 horas, principalmente em função da intensidade das capturas neste tipo de situação.

Em relação aos equipamentos de segurança, as embarcações são equipadas com extintor de incêndio, coletes salva vidas e botes infláveis ou catraias, os quais ficam amarrados sobre a cabine de comando. Entretanto, recentemente, algumas embarcações já estão sendo adaptadas com bote salva-vidas.

### **3.2 Artes de Pesca**

Foi observada uma diversidade composta por 5 técnicas de pesca, as quais são descritas a seguir, combinadas com 9 tipos de iscas, produzindo 19 configurações arte de pesca/isca diferentes.

#### **3.2.1 Corrico**

Esta técnica é praticada durante o deslocamento entre o cais e o ponto de pesca e vice-versa, a qual consiste em rebocar linhas confeccionadas com nylon monofilamento com 1,8 mm de diâmetro ( $\emptyset$ ) e isca de lulas ou peixes artificiais a uma velocidade entre 5 a 6 nós, conectadas a um sistema de vara lateral adaptado por algumas embarcações, ou amarradas à popa nas demais. Esta técnica tem como objetivo a captura de espécies como a cavala empinge e do dourado (Fig. 12a).

### **3.3.2 Corso**

Esta técnica se assemelha ao corrico, porém, a principal diferença consiste no fato de que as linhas de nylon monofilamento com 1,2 mm de Ø e com isca de borracha ou silicone são controladas diretamente pelos pescadores (Fig. 12b), os quais realizam movimentos alternados com a mão, com a embarcação se deslocando a uma velocidade aproximada entre 3 a 4 nós, objetivando, principalmente a captura de bonito listrado e juvenis de albacora bandolim e albacora laje, os quais podem ser utilizados como isca viva ou estocados para comercialização.

### **3.2.3 Vara e Linha**

São utilizados dois tipos de varas, as quais são feitas de bambu. Uma mais curta com comprimento em torno de 2,7 m e diâmetro de 3 cm, com nylon monofilamento (PA) 1,6 mm de Ø, geralmente menor que o comprimento da vara e anzol sem barbelo ou tipo 'J' com isca de ráfia ou silicone (Fig. 13a), sendo rebocadas a uma velocidade aproximada entre 3 a 4 nós.

A outra vara é mais longa, com comprimento em torno de 4,5 m, com a linha dividida em duas secções, ambas com nylon monofilamento, sendo a primeira com 1,8 mm Ø e a segunda com 1,6 mm de Ø. São Utilizados anzóis do tipo 'J' com isca artificial de silicone que lembra o formato da tuvira, espécie de peixe da família Gymnotidae. Na ponta da vara há uma fenda por onde passa a linha, ficando livre até o momento da captura, onde o pescador passa a operar a linha diretamente na mão.

Esta técnica é mais empregada durante o dia, com a embarcação se deslocando a barlavento a uma velocidade entre 2,5 a 3 nós, atuando basicamente sobre densos cardumes formados por juvenis e sub-adultos (< 110 cm de CF) de albacora bandolim, os quais ocupam a zona superficial no período diurno, de acordo com as imagens subaquáticas registradas, acompanhando o deslocamento da embarcação (Figs. 13b e 16).

### **3.2.4 Linha de mão**

São utilizadas diversas modalidades com linhas de mão constituídas de nylon monofilamento de diferentes diâmetros, variando de 1,2 a 2,5 mm de Ø, que utilizam basicamente anzóis do tipo “J”, ou ainda anzóis triplos de acordo com a espécie alvo (Fig. 14a). Dentre estas, se destacam a captura do dourado e de adultos de albacora laje com linhas 1,6 e 1,8 de Ø, iscadas com filé de bonito, peixe voador ou lula, ou ainda iscas artificiais, tais como canos de alumínio que são denominados pelos pescadores de peixe de ferro (Fig. 14e) e lulas ou tuviras de silicone.

Outra variedade importante é a captura de indivíduos adultos de albacora laje (> 108 cm de CF) e, ocasionalmente, agulhões com linha 2,0 a 2,5 de Ø com isca viva de juvenis de atuns (Fig. 14b). Uma forma de atração muito utilizada nesta modalidade é a utilização de ‘engodo’, o qual é composto pelas vísceras e brânquias dos peixes capturados e que foram por diversas vezes observados no conteúdo estomacal dos espécimes capturados. As atividades são realizadas com a embarcação a deriva, nas quais também são importantes os ‘bicheiros’ e arpões, os quais são utilizados para recolher os peixes de para o convés (Figs. 14 c e 16). Outro fator, observado pessoalmente, foi a importância da lua na vulnerabilidade da albacora laje, principalmente em função da concentração do peixe voador nas zonas mais superficiais.

Outra variação que foi desenvolvida pelos pescadores locais, a qual é denominada de “boleado”, utilizada normalmente a noite, é dotada de três seções, a primeira com 180 m e 1,8 mm de Ø, uma seção intermediária bem curta com 45 cm e 3,0 mm de Ø e um lastro amarrado (Fig. 14d) e a última seção com 20 m e 1,2 mm de Ø, visando alcançar maiores profundidades para a captura juvenis e sub-adultos de albacora bandolim (< 110 cm de CF).

### **3.2.5 Puçá**

O puçá é um petrecho que consiste numa vara de bambu com 3 m de comprimento com um aro de metal de aproximadamente 50 cm de Ø, com uma rede de nylon monofilamento 0,6 mm de Ø e malha de 2 cm entre nós opostos, utilizada

basicamente na captura de iscas vivas como lulas e peixes voadores, os quais são utilizados com linha de mão durante o período noturno, principalmente nos períodos em que há iluminação lunar.

Figura 12: Pesca com corrico instalada na popa da embarcação, com detalhe para as linhas e isca de lulas artificiais (a) e pesca com corso, com detalhe para a isca de borracha (b).



Figura 13: Pesca com vara/linha curta, com detalhe para o anzol americano com isca de rãfia (a) e pesca com vara/linha longa, com detalhe para o anzol iscado com tuvira feita de silicone.

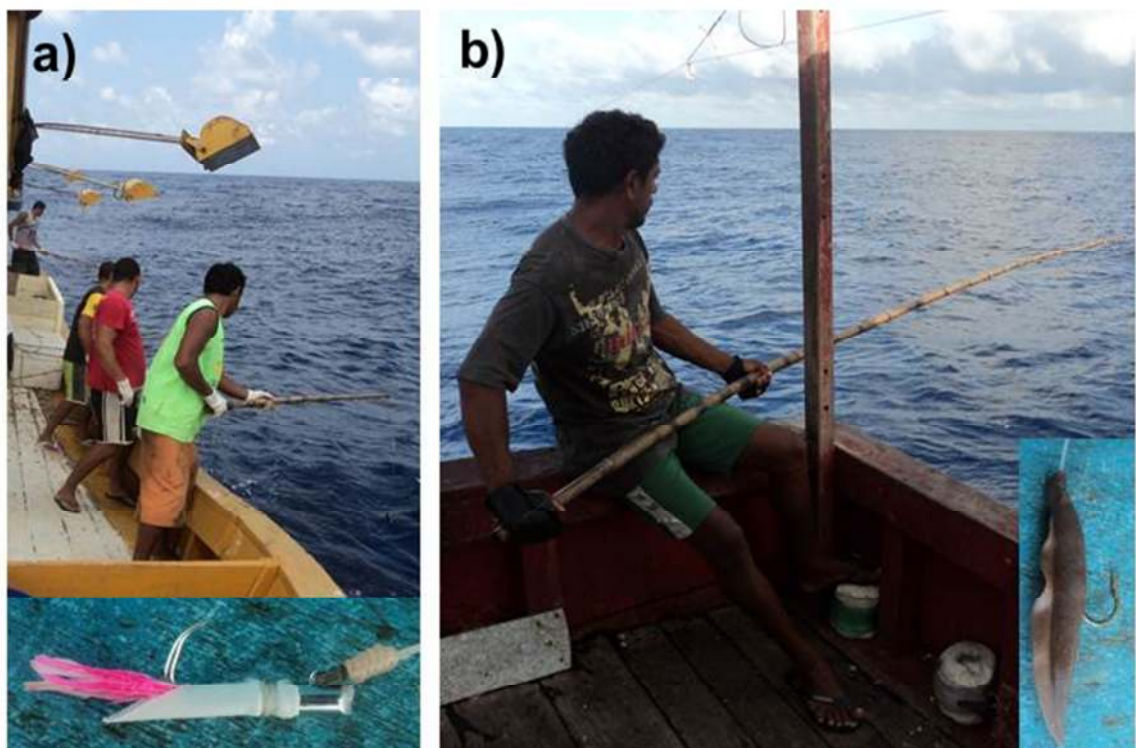


Figura 14: Variedade de linhas de mão utilizadas na pesca de atuns em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial (a); Linhas de mão utilizadas na captura de peixes de grande porte, com detalhe para a isca viva com juvenil de albacora laje (b); Momento da captura de um atum de grande porte, com a tripulação aguardando com os 'bicheiros' e arpão (c); Secção intermediária com fundeador da linha de mão utilizada na técnica denominada 'boleado' (d); Iscas feitas com canos de alumínio, denominadas de peixe de ferro (e).



Figura 15: Quadro do vídeo da pesca de cardumes associados à embarcação no Atlântico Oeste Equatorial. Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=IVoz64QyTsA>



Figura 16: Quadro do vídeo da captura da albacora laje com linha de mão em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial. Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=K6cprHhAmps>

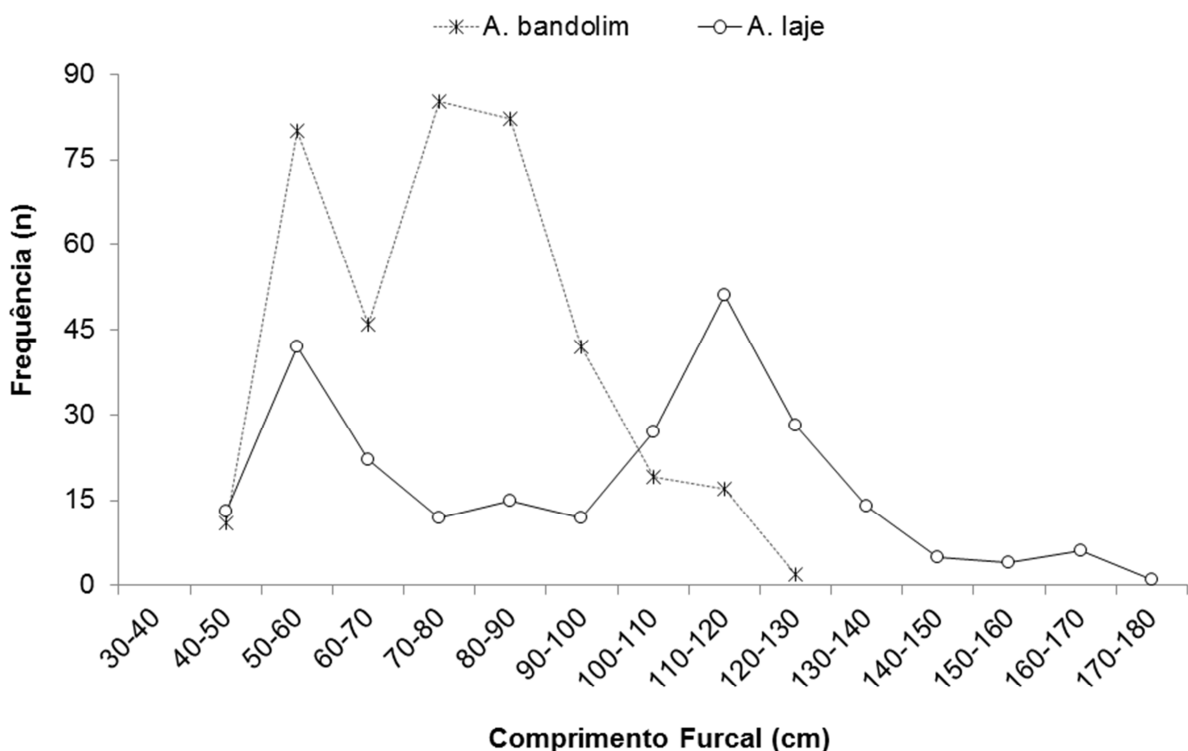


### 3.4 Composição específica por petrecho de pesca

Foram amostrados 836 indivíduos, dentre os quais, as principais espécies observadas foram a albacora bandolim *Thunnus obesus* (n=384), albacora laje *T. albacares* (n=252), o bonito listrado *Katsuwonus pelamis* (n=90), o dourado *Coryphaena hippurus* (n=60), o peixe rei *Elagatis bipinnulata* (n=26) e a cavala empinge *Acanthocybium solandri* (n=22).

A distribuição de frequência por classe de comprimento da albacora bandolim apresenta uma alta proporção de juvenis, principalmente nos intervalos entre 50-60 e 70-90 cm, com os tamanhos máximos observados no intervalo entre 120-130 cm. A albacora laje apresentou uma maior amplitude na distribuição das classes de comprimento, com as maiores participações nos intervalos entre 50-60 cm e 110-120 cm e os maiores tamanhos sendo observados no intervalo 170-180 cm (Graf. 1). A diferença entre as distribuições de frequência das espécies alvo foi estatisticamente significativa ( $D=0,45$ ;  $p\text{-valor}=2,2 \times 10^{-16}$ ).

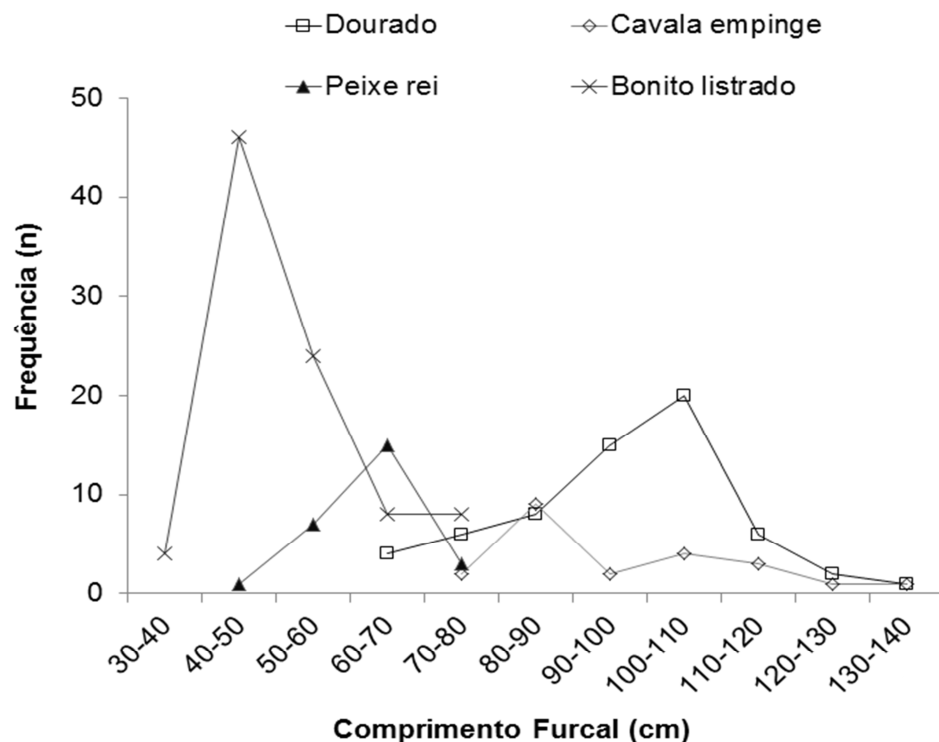
Gráfico 1: Distribuição de frequência por classes de comprimento da albacora bandolim e albacora laje capturadas na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.





Em relação às distribuições de frequência das espécies que são capturadas como fauna acompanhante, o bonito listrado apresentou maior participação dentro do intervalo 40-50 cm, com os maiores registros no intervalo entre 70-80 cm, o dourado apresentou maior participação nas classes entre 90-110 cm com os maiores tamanhos sendo observados no intervalo entre 130-140, o peixe rei apresentou maior participação na classe 60-70 cm e a cavala empinge na classe 80-90 cm (Graf. 2).

Gráfico 2: Distribuição de frequência por classes de comprimento das principais espécies que compõem a fauna acompanhante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.



A maior parte dos indivíduos da albacora bandolim foi capturada com vara/linha longa (69%) e os demais foram capturados com linha de mão (13%), boleado (10%), corso (6%) e vara curta (2%) (Graf. 3). Por outro lado, a porção mais significativa dos indivíduos da albacora laje foi capturada com linha de mão (65%), com o restante sendo capturados com 'boleado' (10%), vara/linha longa (10%), corso (9%) e vara curta (6%) (Graf. 4).

Gráfico 3: Captura por petrecho de pesca da albacora bandolim *Thunnus obesus* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.

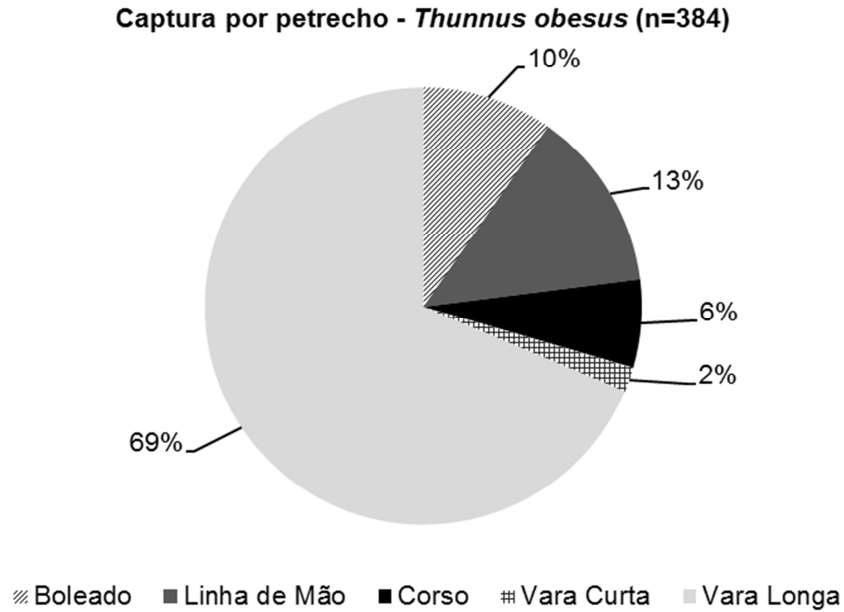
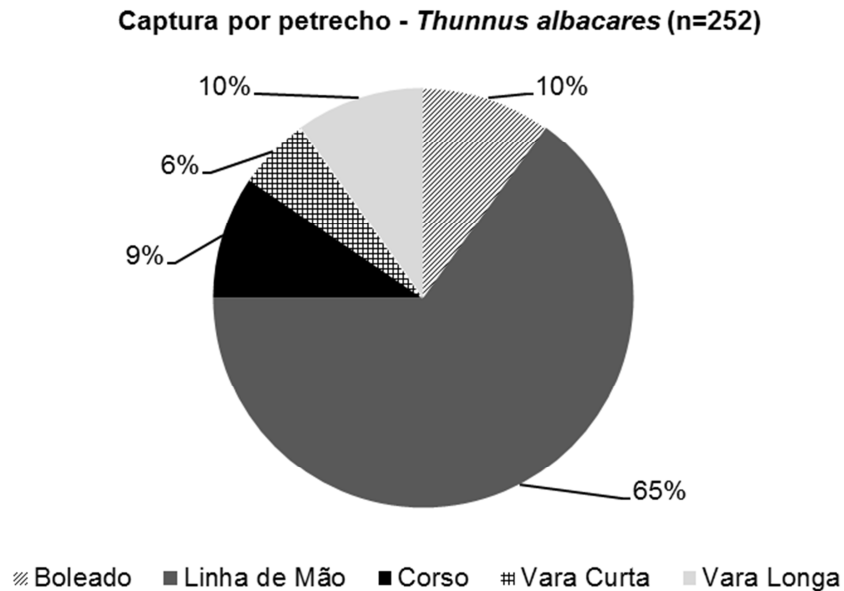


Gráfico 4: Captura por petrecho de pesca da albacora laje *Thunnus albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.



As distribuições de frequência de comprimentos dos indivíduos da albacora bandolim capturados por diferentes petrechos de pesca demonstram que todos os petrechos atuam sobre uma ampla faixa de comprimentos. Entretanto, para a vara/linha longa a maior parte da captura foi observada no intervalo entre 50-100 cm, para a linha de mão no intervalo entre 70-120 cm, para o boleado no intervalo entre 50-120 cm e para o corso nos intervalos de 40-60 e 70-80 cm (Graf. 5).

Para a albacora laje, apenas os petrechos como a linha de mão e o corso apresentaram uma ampla faixa de atuação, com as maiores capturas sendo observadas nos intervalos entre 100-130 cm para a linha de mão e nos intervalos entre 40-80 e 100-120 para o corso. Por outro lado, para a vara/linha longa as capturas foram observadas apenas nos intervalos entre 40-70 cm e para o boleado nos intervalos entre 50-90 e 110-130 cm (Graf. 6).

Gráfico 5: Distribuição de frequência de comprimentos de indivíduos de *Thunnus obesus* capturados por diferentes petrechos de pesca no Atlântico Oeste Equatorial.

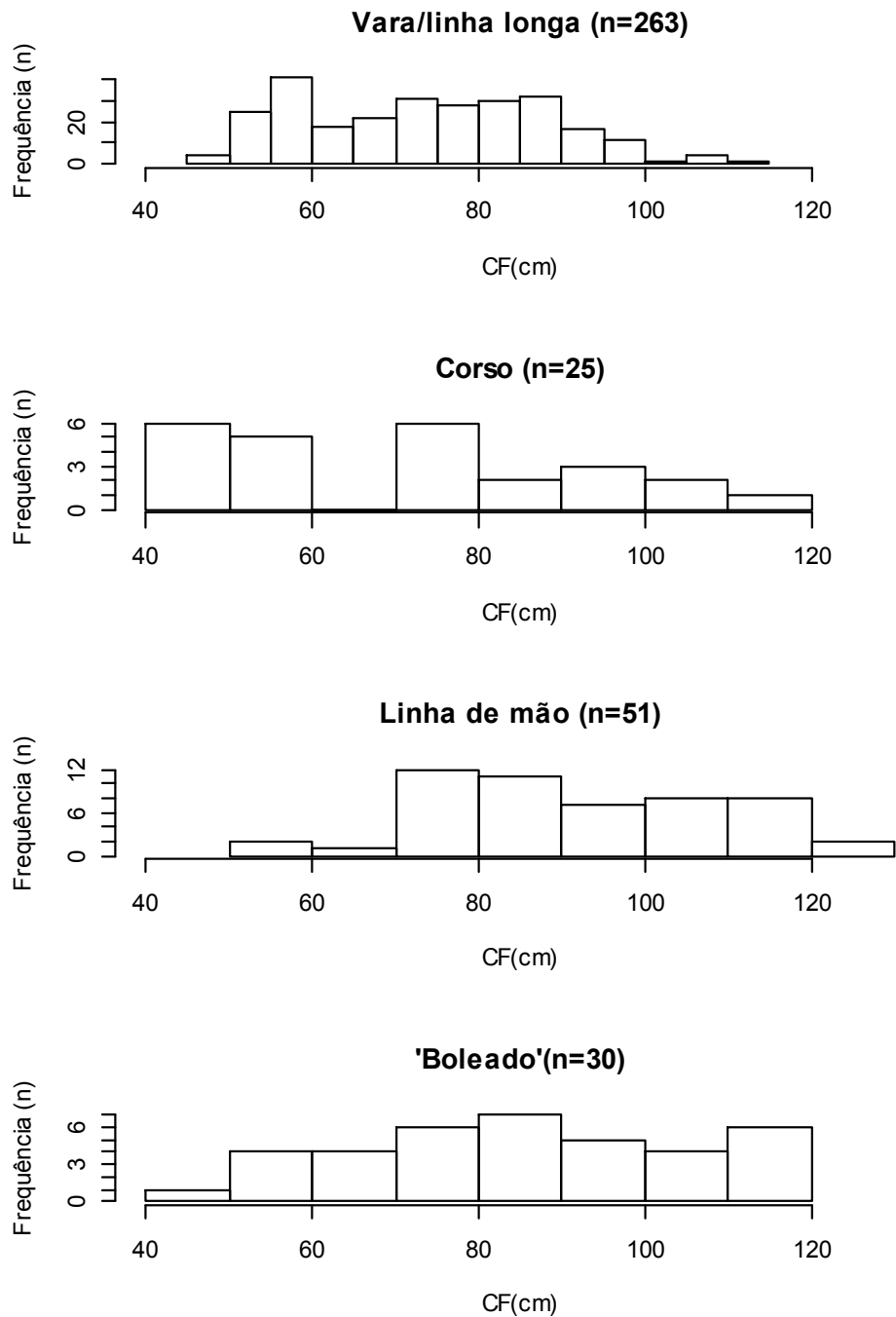
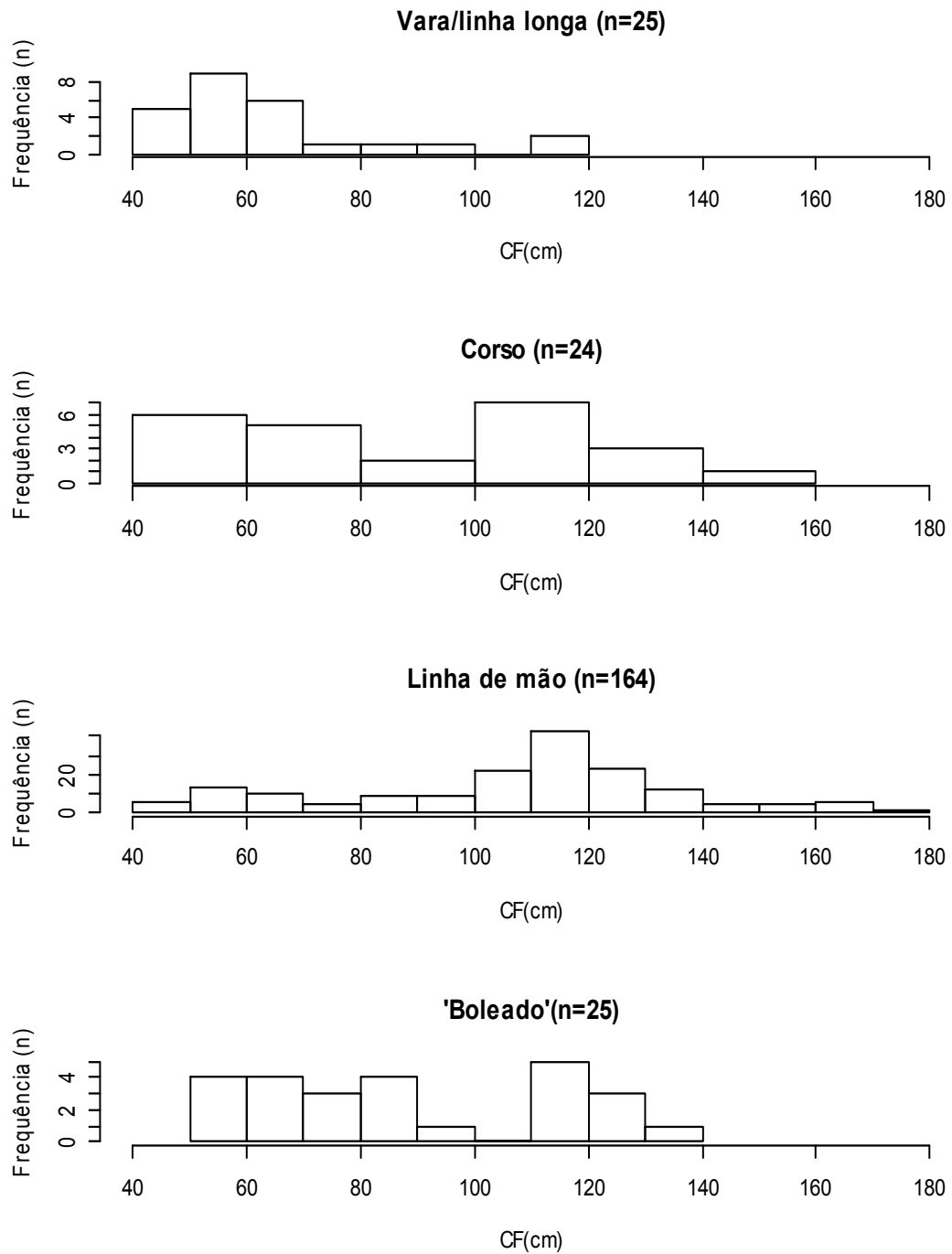


Gráfico 6: Distribuição de frequência de comprimentos de indivíduos de *Thunnus albacares* capturados por diferentes petrechos de pesca no Atlântico Oeste Equatorial.



### 3.4 Distribuição espacial das operações

Através do acompanhamento das atividades foi observada a captura de peixes como o dourado e a cavala empinge na rota de deslocamento entre cais/boia/cais, especialmente com a prática do corrico (Fig. 17).

Foram identificadas diferentes estratégias de atuação da frota (Fig. 18), onde inicialmente os esforços se concentravam no entorno da boia, com as atividades de pesca se desenvolvendo em suas proximidades, principalmente na porção noroeste, em função da direção das correntes e ventos predominantes no local (Fig. 18a).

Porém, recentemente a frota vem adotando uma estratégia de operar com o cardume associado à própria embarcação, transferindo o cardume para outra embarcação logo após atingir a capacidade máxima de estocagem, operação que foi realizada tanto no período noturno, quanto no diurno. Além disso, esta estratégia consiste em concentrar as atividades ao sul da localização da boia, fator que gera uma economia de combustível, uma vez que tais posições se localizam a uma menor distância da costa (Fig. 18b).

Figura 17: Mapa com a rota e os pontos de captura observados nos deslocamentos boia / cais pesqueiro de Areia Branca.

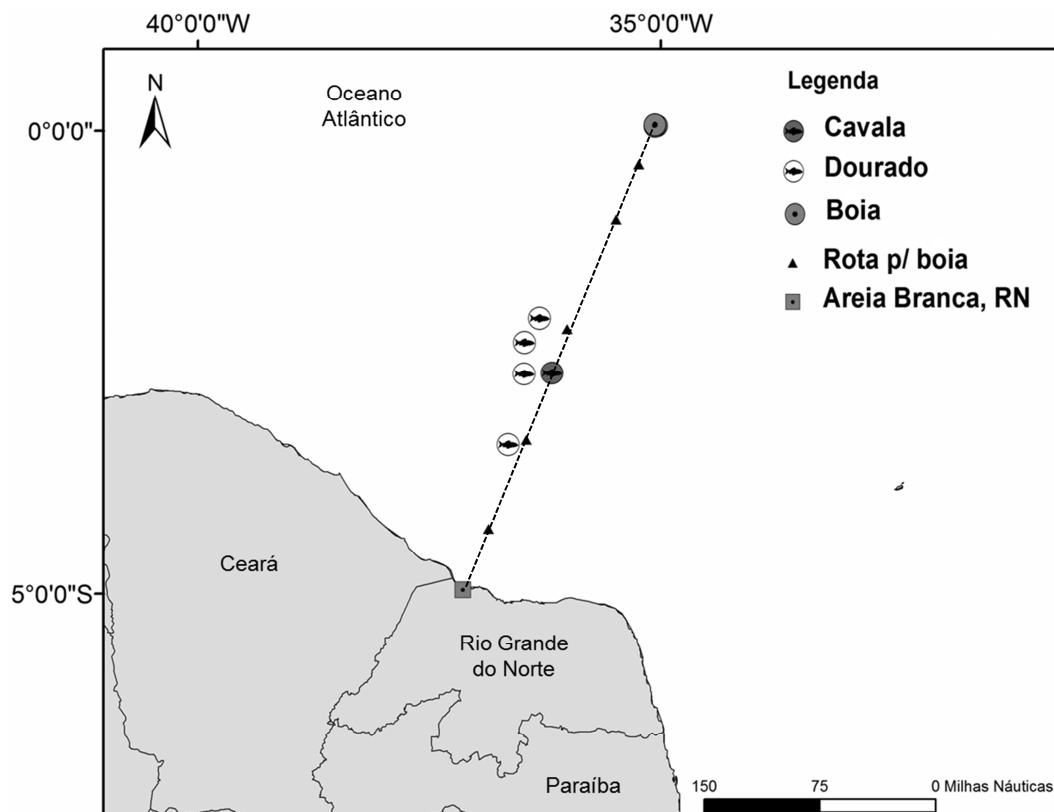
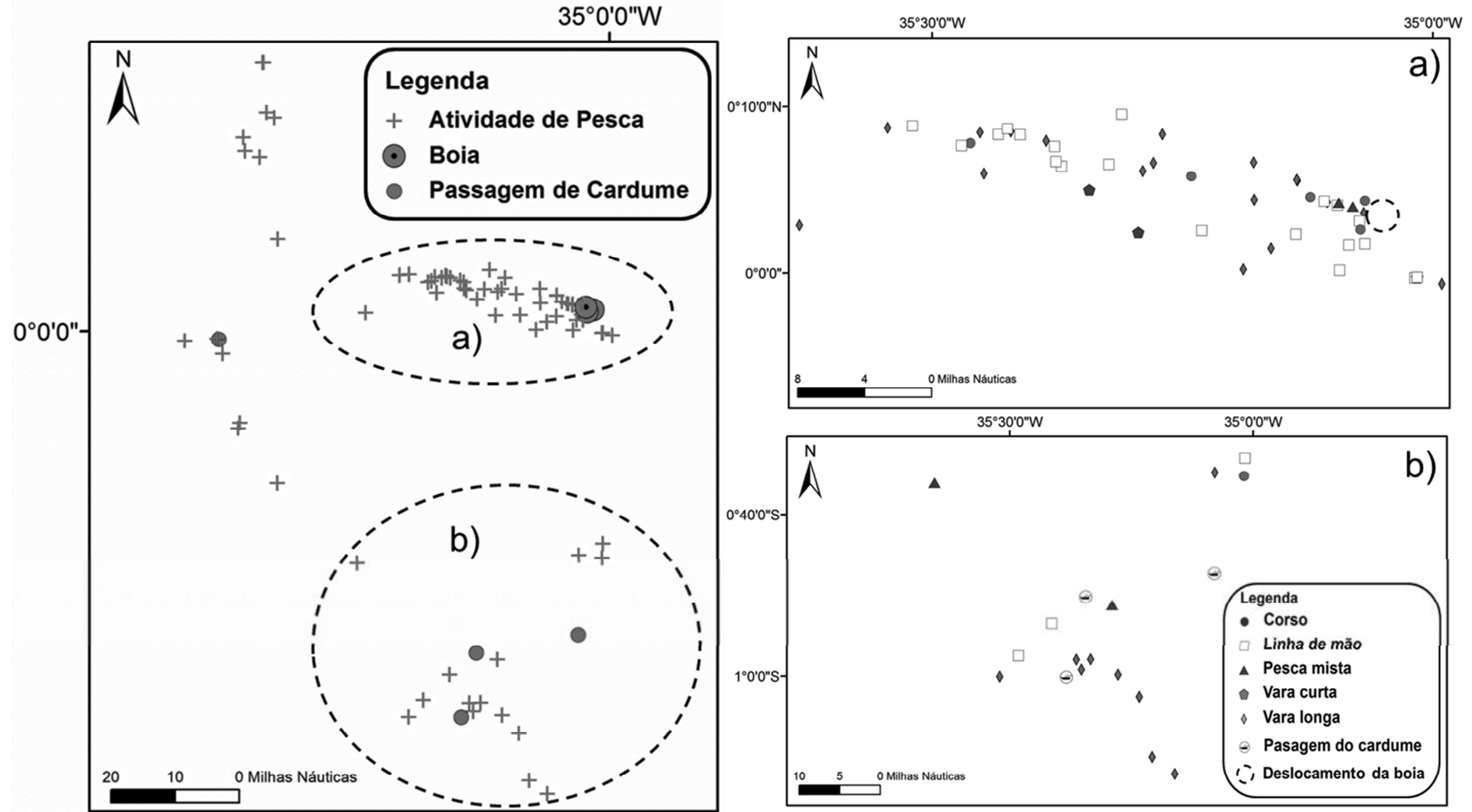


Figura 18: Mapa geral com as localizações das atividades de pesca no entorno da boia do Programa PIRATA, com destaque para as atividades no entorno da boia PIRATA (a) e as atividades a deriva (b).



#### 4. DISCUSSÃO

Pescadores artesanais geralmente desconhecem o potencial de rendimento das pescarias próximas a DAP's, devido à falta de difusão de tecnologias de pesca viáveis, ou ainda, pela falta de acesso aos equipamentos de pesca ideais (PRESTON *et al.*, 1998). Para a frota sediada em Areia Branca, muito dos conhecimentos acerca das técnicas de captura de atuns e afins foi adquirido a partir de diversos testes realizados pelas tripulações e da troca de experiências com pescadores que atuam em outras regiões.

Algumas similaridades são observadas com a pesca no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, tais como a utilização de corrico durante o dia e a atração luminosa do peixe-voador para captura da albacora laje no período noturno, conforme descrito por Vaske-Jr *et al.* (2011). Além disso, interações com embarcações das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, as quais recentemente têm migrado para o cais pesqueiro de Areia Branca, RN, têm levado a adaptações pela frota local.

Em função das características multiespecíficas observadas na composição dos cardumes associados a DAP's, percebe-se a utilização de uma ampla diversidade de técnicas para a captura dos mesmos, as quais atuam desde as zonas superficiais até zonas mais profundas (PRADO, 2002).

Corroborando com esta informação, por meio de estudos de hidroacústica, Josse, Dagorn e Bertrand (2000) verificaram a existência de 3 padrões de associação de cardumes de atuns no entorno de DAP's ancorados na Polinésia Francesa: peixes de grande porte ( $> 1\text{m}$  de CF) dispersos em profundidades de 100 a 300 m e em um raio de até 0,8 milha náutica; peixes de médio porte ( $< 1\text{m}$  de CF) em densidades intermediárias em profundidades entre 50 e 150 m e em um raio de até 0,4 milha náutica; e densos cardumes compostos por peixes juvenis ( $\approx 0,5\text{ m}$  de CF) em profundidades entre 10 e 50 m, muito próximos aos DAP's (0,1 milha náutica).

Além disso, a efetividade de qualquer técnica de captura próxima a DAP's dependerá das condições de tempo e correntes marítimas, bem como da quantidade de iscas no local e sua disponibilidade para as operações de pesca (PRADO, 2002). Assim, percebe-se que para a frota de Areia Branca as capturas de peixe voador e lulas com o puçá ou juvenis de atuns com o corso são fundamentais para a



utilização como isca na captura dos indivíduos adultos da albacora laje com linha de mão, os quais alcançam maiores valores no comércio local segundo Silva, Chaves e Fonteles-Filho (2013). Por outro lado, a tුවira de silicone tem um importante papel, uma vez que é utilizada na captura com vara longa, uma das principais técnicas para a captura de juvenis de albacora bandolim.

Os resultados observados para a frota de Areia Branca demonstraram que a linha de mão foi o petrecho mais eficiente na captura da albacora laje, especialmente à noite e a vara longa na captura da albacora bandolim no decorrer do dia, possivelmente em função de diferenças entre os hábitos alimentares de ambos os predadores. Diferentemente, Schroeder e Castelo (2007) observaram que as atividades de pesca com cardume associado no Sul do Brasil acontecem basicamente em dois horários específicos do dia, no nascer e no por do sol, utilizando o corrico, a linha de mão e a vara e linha como técnicas de captura, resultando em uma grande participação da albacora bandolim.

Paralelamente, Friedlander (1992) identificou a linha de mão com isca viva, usualmente sardinhas ou carangídeos, no período noturno como o petrecho de pesca mais rentável no entorno de DAP's em Porto Rico, quando comparado com o corrico utilizado tradicionalmente. De forma similar, Buckley, Itano e Buckley (1989) verificaram uma maior participação de indivíduos adultos de albacora laje nas capturas com linhas de mão em pesca experimental na Samoa Americana, principalmente nos horários entre 6 e 19 h. No Havaí, Itano e Holland (2000) reportaram a utilização de técnicas como linha de mão, corrico e vara e linha no entorno de boias de coleta de dados. E ainda, Itano (2000) observou que as fêmeas adultas de albacora laje em condições de desova apresentaram maior vulnerabilidade às técnicas de pesca superficiais.

Nas Ilhas Reunião os principais petrechos de pesca utilizados no entorno de DAP's, tais como redes de deriva, corrico e espinhéis verticais, embora aparentemente eficientes, passam por constantes inovações frente às mudanças no comportamento e composição das espécies capturadas (ROOS *et al.*, 2000). No Pacífico, os esforços do Secretariado das Comunidades do Pacífico (SPC) se concentraram no sentido do desenvolvimento de petrechos de pesca que atuassem em águas sub superficiais objetivando a captura de peixes de maior porte, tais como o espinhel vertical, linhas derivantes com isca viva e duas técnicas de linha de mão

denominadas 'drop-stone' e 'palu-ahi', em substituição ao corrico tradicionalmente utilizado (CHAPMAN, 2000).

Enquanto Schoroeder e Castello (2007) registraram a captura de indivíduos de albacora bandolim com até 149 cm de CF, em cruzeiro na pesca com cardume associado na região Sul do Brasil, no presente estudo, não foram observados indivíduos acima de 130 cm de CF, provavelmente por conta do comportamento migratório, com os indivíduos juvenis se concentrando em zonas tropicais e migrando para áreas temperadas à medida que se desenvolvem, ou ainda, por que os mesmos ocupam camadas mais profundas na coluna d'água, portanto, para estes casos, estudos de marcação e prospecção com técnicas de captura apropriadas seriam recomendados.

Estudos deste tipo foram realizados por Taquet *et al.* (2000a) em Martinica, os quais observaram diferenças significativas entre as distribuições de frequência de indivíduos de *T. atlanticus* capturados experimentalmente com espinheis horizontais e verticais, concentrando-se na faixa entre 50 e 75 cm de CF, ao contrário das capturas tradicionais com corrico, compostas basicamente por juvenis abaixo de 40 cm de CF.

Quanto à transferência de cardumes entre embarcações, Fonteneau e Diouf (1994) descreveram primeiramente que esta estratégia foi adotada por embarcações de isca viva sediadas em Senegal, na África, acontecendo basicamente no período noturno, assim como descrito por Schroeder e Castelo (2007) para a frota atuante no Sul do Brasil. Porém, Hallier e Molina (2000) relataram que o aprimoramento da frota de isca viva sediada em Dakar, também no continente africano, permitiu que as operações de transferência fossem realizadas tanto em período noturno, quanto diurno, com o mesmo cardume permanecendo durante meses associado às embarcações, assim como foi observado nas operações da frota sediada em Areia Branca.

Percebe-se, então, que esta estratégia de transferência de cardume adotada pela frota sediada em Areia Branca se apresenta como forte alternativa para a redução dos impactos causados pela pesca no entorno da boia PIRATA, contribuindo também para a redução com os gastos com combustíveis, uma vez que as principais operações foram observadas em áreas menos distantes do cais pesqueiro de Areia Branca.

## **CAPÍTULO III - COMPOSIÇÃO DA CAPTURA NA PESCA DE ATUNS E AFINS EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.**

### **1. INTRODUÇÃO**

A prática da pesca de atuns e afins em cardumes associados no entorno de uma boia do Programa PIRATA, por parte da frota motorizada sediada no município de Areia Branca, vem acompanhada pela necessidade de um efetivo monitoramento da composição das capturas e da evolução do nível de esforço empregado.

Na realidade, em termos de pesca artesanal, existe uma real escassez de dados, não apenas em relação à composição das capturas, mas também quanto aos benefícios gerados pelos DAP's (DÉSUMONT; CHAPMAN, 2000). Neste sentido, Buckley, Itano e Buckley (1989) verificaram a eficiência dos DAPs no incremento de pescarias em mar aberto na Samoa Americana e Friedlander (1992) analisou a composição das capturas e a captura por unidade de esforço nas pescarias artesanais associadas a DAP's instalados em Porto Rico.

Após verificarem possíveis mudanças na composição de cardumes de atuns associados a DAP's no Golfo de Guinéa, Fontaneau *et al.* (2000) afirmam que estudos com objetivo de esclarecer as potenciais alterações sobre a composição das espécies nos cardumes de atuns devem ser realizados de modo a acompanhar o massivo desenvolvimento dos DAPs. Diante do exposto, Kakuma (2000b) apresentou os dados referentes às composições das capturas da albacora laje na província de Okinawa, Japão. Assim como, Banerman e Bard (2002) investigaram os efeitos das mudanças nas estratégias de pesca na proporção de captura de juvenis de albacora laje e albacora bandolim pela frota sediada em Tema, África. Enquanto, Doray e Reynal (2003) analisaram a variabilidade das capturas por viagem na pesca de pequena escala associada a DAPs na Ilha Martinica.

No Brasil, embora existam registros sobre a utilização de DAP's como ferramentas utilizadas no incremento de pescarias de peixes pelágicos, principalmente pela frota de vara e isca viva que tem como espécie alvo o bonito listrado (SCOTT, 1985; LIMA; LIN; MENEZES, 2000), pouco se sabe a respeito da

composição das capturas no entorno de tais objetos, exceto nos trabalhos de Schroeder e Castello (2007), os quais descreveram a composição da captura realizada em um cruzeiro experimental através da técnica denominada de cardume associado no Sul do Brasil e Silva *et al* (2012), os quais reportaram os resultados preliminares sobre a composição das capturas no entorno da boia do Programa PIRATA no Atlântico Oeste Equatorial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram monitorados os desembarques oriundos da frota atuante na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial, com base no cais pesqueiro de Areia Branca, Rio Grande do Norte, no período entre junho/2010 e maio/2013. Na oportunidade, foram anotadas as informações referentes à duração dos cruzeiros de pesca e a composição das capturas por espécie e categorias de comercialização desembarcadas. As principais espécies foram identificadas com base em literatura especializada (COLLETE; NAUEN, 1983; ITANO; FUKOFUKA, 2005).

Os dados de produção e esforço (dias de pesca) foram agrupados por mês e por embarcação e, a partir dos mesmos, foi calculada a captura por unidade de esforço (CPUE), utilizada neste estudo especificamente como índice de rendimento das pescarias. Além disso, as proporções das principais categorias de atuns desembarcadas foram agrupadas por ano e por embarcação, a fim de verificar possíveis variações nas estratégias da frota ao longo do período em estudo.

As diferenças estatísticas entre os fatores (período e embarcação) foram analisadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e, no caso de observação de diferenças significativas, foi aplicado o teste de comparação múltipla *a posteriori* entre tratamentos (SIEGEL; CASTELLAN-Jr, 1988), de modo a identificar quais os fatores são diferentes entre si. Tais análises foram realizadas por meio do Software R (R Core Team, 2013), ao nível de significância de 5%.

Além disso, no momento dos desembarques foram amostrados aleatoriamente indivíduos das principais espécies capturadas, os quais tiveram seus pesos anotados registrados com a utilização de balança digital com capacidade para 30 kg e precisão de 0,01 kg para os indivíduos até 20 kg e balança digital com

capacidade de 300 kg e precisão de 1 kg para os indivíduos acima de 20 kg. A diferença entre as distribuições de frequência por peso das principais espécies foram analisadas por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Por fim, os dados foram distribuídos por frequência de classe de peso e, em seguida, analisados quanto às proporções dentro das categorias de peso desembarcadas através do teste Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ), a um nível de significância de 5%, também por meio do Software R (R Core Team, 2013).

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Esforço e Captura**

No período de estudo foram acompanhados 109 desembarques, oriundos de nove embarcações, as quais totalizaram um esforço de 1940 dias de pesca (média=17,6  $\pm$  desvio padrão=0,5), resultando em uma captura total de 691.533 kg de pescado (6286,6  $\pm$  292,7).

Desta forma, ao analisar a variação mensal da produção total e do esforço de pesca (Graf. 7), foram identificados dois períodos distintos. No início do acompanhamento, entre jun/10 até dez/11, as produções mensais não ultrapassaram 26.000 kg, com o esforço médio de 60 dias/mês, porém, com um pico de 147 dias no mês de abril, explicado pela atuação de sete embarcações simultaneamente. O segundo período, a partir de abr/2012, foi marcado pela entrada de novas embarcações com maior capacidade de armazenamento e a mudança de estratégia de operação com o cardume associado à embarcação, que por sua vez permanecia a deriva, onde as produções mensais atingiram valores superiores a 50.000 kg e o esforço passou a alcançar picos superiores a 130 dias/mês.

Os dados de produção agrupados por mês do ano demonstram que as melhores produções foram obtidas nos meses de outubro a janeiro e as menores produções em setembro, março e abril, enquanto que os dados agrupados por embarcação revelaram a existência de uma tendência crescente das embarcações 1 a 9 (Graf. 9).

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis apresentados na Tabela 2 foram significativos para ambos os fatores, ou seja, realmente existem diferenças nas

produções por mês e por embarcação e o resultado do teste de comparação múltipla a *posteriori* indicou que as principais diferenças são observadas para os meses de novembro/dezembro e abril e para o grupo das embarcações 1,2 e 3 e o das embarcações 7,8 e 9.

A CPUE mensal também apresentou dois comportamentos distintos, apresentando uma média de 286 kg/dias de pesca no período entre jun/10 e dez/11, apresentando um pico de 760 kg/dias de pesca em jul/11, seguido por um decréscimo ao nível de 55 kg/dias de pesca em set/11. No segundo período, entre abr/12 e mar/13, após a entrada das embarcações maiores e mudança de estratégia, o valor médio da CPUE foi de 476 kg/dias de pesca, com um pico de 850 kg/dias de pesca em out/12 e com o menor valor de 159 kg/dias de pesca em mar/13 no final da série (Graf. 8).

Os dados de CPUE agrupados por mês demonstram que os melhores rendimentos foram observados nos meses de junho a agosto e outubro a janeiro e os menores rendimentos nos meses de fevereiro a abril e os dados agrupados por embarcação demonstram a uma grande variação para a maioria das embarcações e uma correlação com o poder de pesca das mesmas, com os melhores rendimentos, os quais chegaram a níveis superiores a 1000 kg/dias de pesca, sendo observados para as embarcações 6 a 9 (Graf. 10).

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis apresentados na Tabela 3 foram significativos para ambos os fatores, significando que existem diferenças entre as CPUEs por mês e por embarcação. Os resultados do teste de comparação múltipla a *posteriori* indicaram haver diferenças significativas entre os meses de março e agosto e os meses de abril com o grupo dos meses de junho, julho, agosto e novembro. As diferenças foram significativas apenas entre as embarcações 1 e 8.

Convém ressaltar, segundo relatos dos próprios pescadores, que os períodos sem desembarques ou ainda com baixos rendimentos, ocorreram principalmente em função do desaparecimento dos cardumes provocados por ataques de grupos de falsas orcas (*Pseudorca crassidens*). Nestes períodos a frota transferiu suas operações para áreas distintas, como nos rochedos de São Pedro e São Paulo e nos bancos oceânicos, ou ainda, mais recentemente, para a exploração de cardumes associados a navios de prospecção de petróleo em águas mais próximas da costa.

Gráfico 7: Variação mensal da produção e esforço na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.

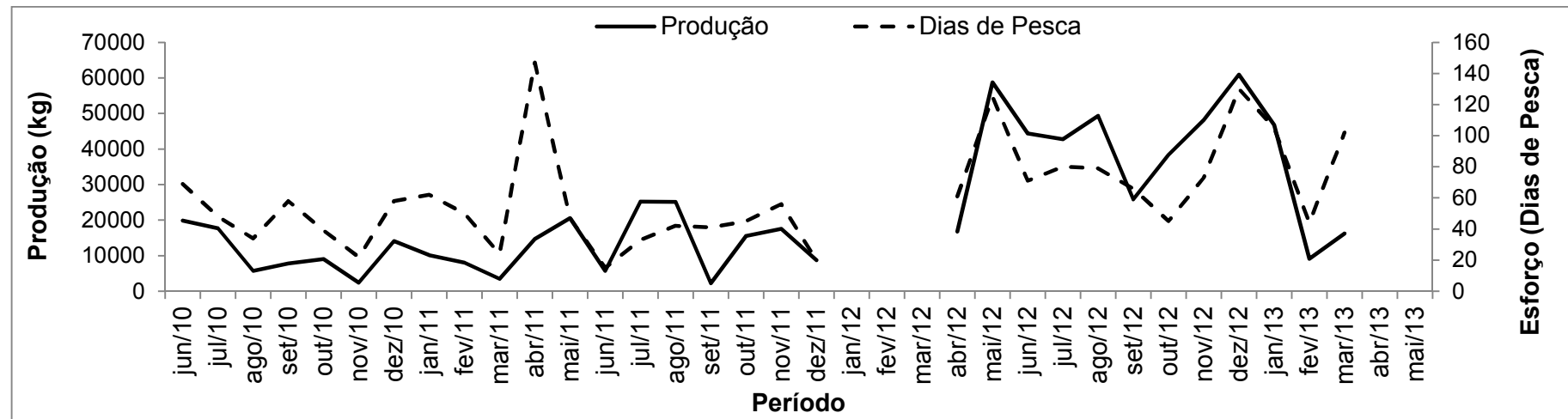


Gráfico 8: Variação mensal da captura por unidade de esforço (CPUE) na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.

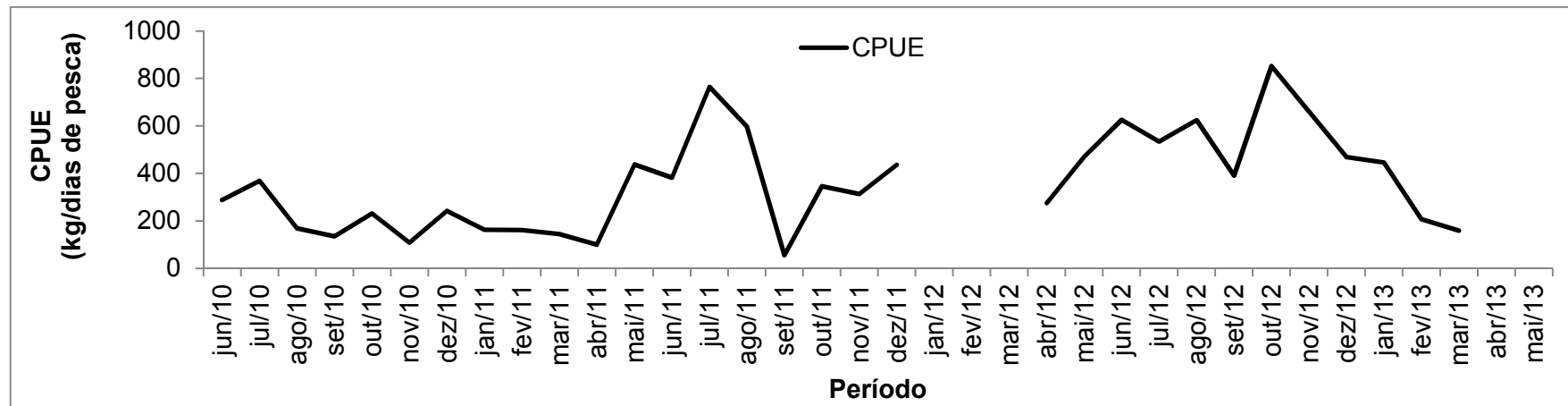


Tabela 3: Resultado da análise por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para a variação da produção na pesca de atuns e afins no Atlântico Oeste Equatorial por período e embarcação.

Variável	Mês		Embarcação	
	H	p-valor	H	p-valor
Produção	25,1	0,009	40,62	$2,45 \times 10^{-6}$
CPUE	44,46	$6,04 \times 10^{-6}$	22,29	0,004

Gráfico 9: Gráficos Box-plot da produção desembarcada por época do ano e por embarcação.

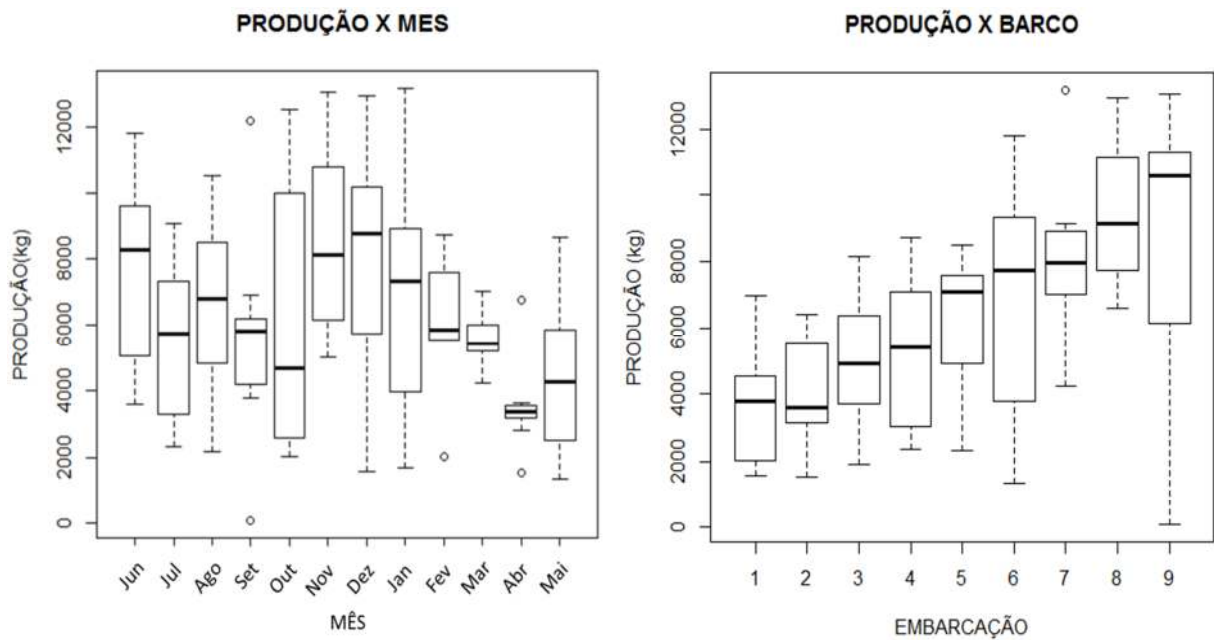
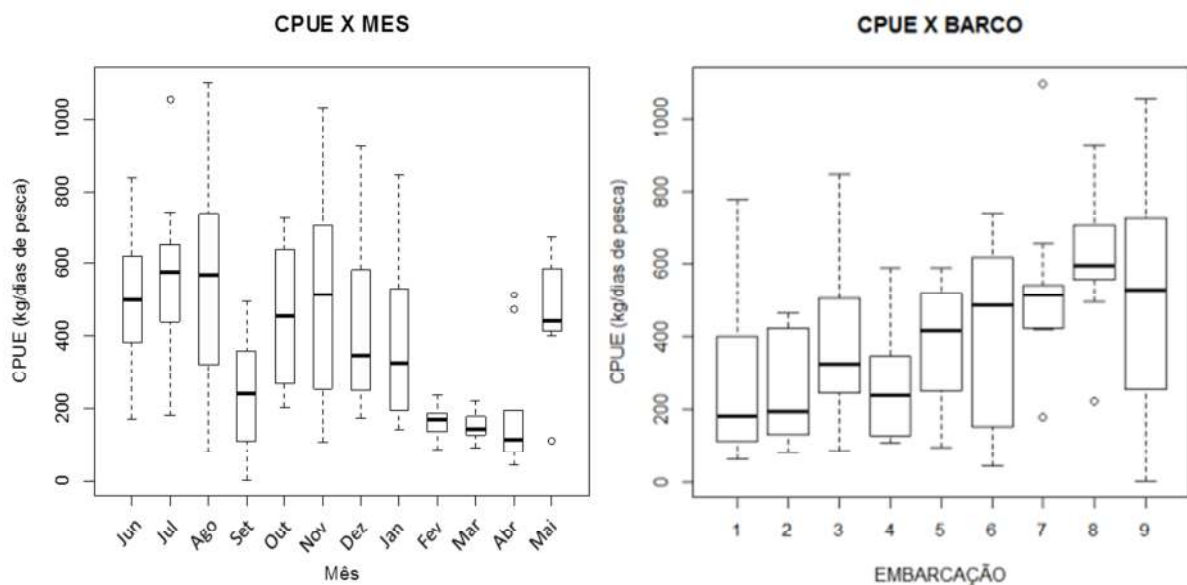


Gráfico 10: Gráficos Box-plot da CPUE da pesca de atuns e afins no Atlântico oeste Equatorial, por época do ano e por embarcação.





### 3.2 Composição das capturas

No período de acompanhamento foram desembarcados 691.633 kg de pescado, dentre os quais, as espécies alvo observadas foram a albacora bandolim (*Thunnus obesus*) e a albacora laje (*Thunnus albacares*), as quais são classificadas e comercializadas conjuntamente de acordo com o peso individual.

Os indivíduos de ambas as espécies acima de 15 kg foram desembarcados no padrão “*dressed*” (MIYAKE *et al.*, 2010), que são peixes eviscerados, sem cabeça e embalados em tecidos, totalizando 127.242 kg (18,4%) além de que, recentemente, também passaram a ser desembarcados no padrão (GG) ‘*gilled and gutted*’ (MIYAKE *et al.*, 2010), que são peixes eviscerados, porém com cabeça, os quais totalizaram 22.267 kg (3,22%). Os demais indivíduos foram desembarcados no padrão ‘GG’, sendo classificados por peso entre 10 e 15 kg, os quais totalizaram 196.494 (28,41%), entre 5 e 10 kg, os quais totalizaram 247.255 (35,75%) e os indivíduos abaixo de 5 kg, os quais são denominados de ‘pula-pula’ e que totalizaram 74.687 kg (10,8%) (Graf. 11).

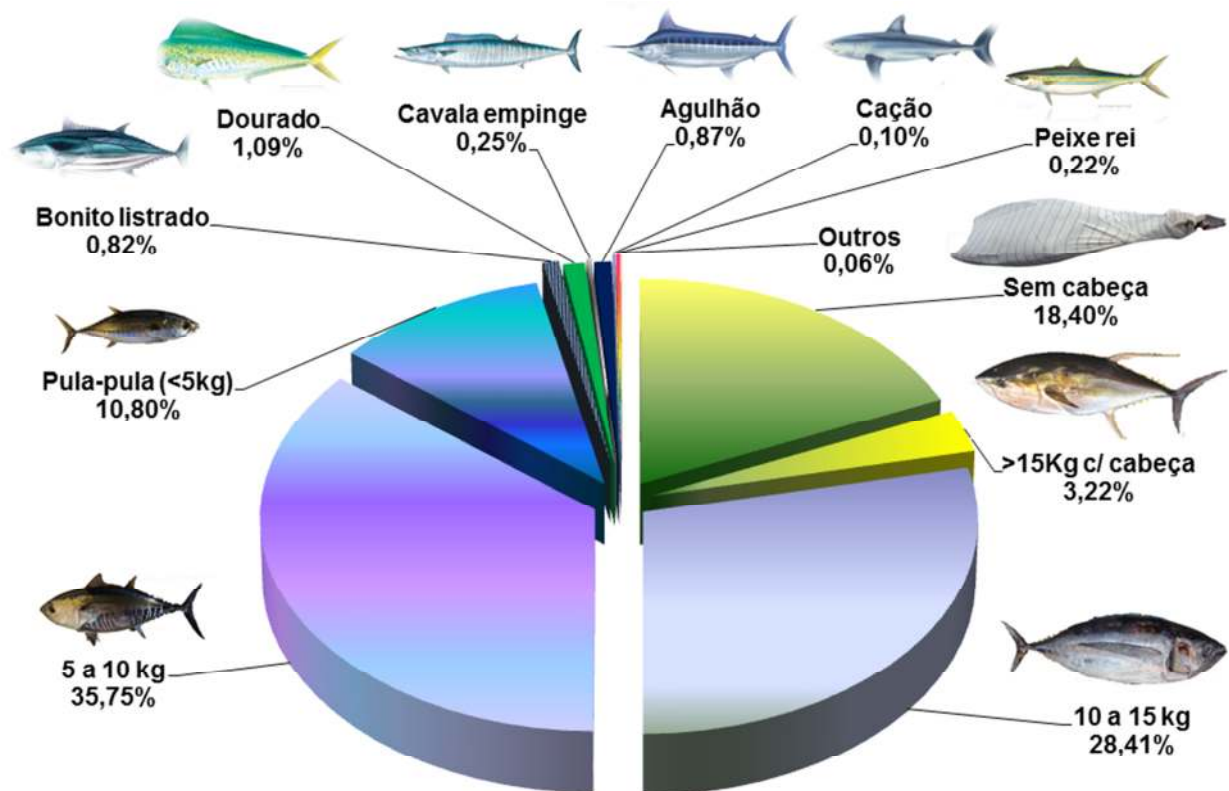
Também foram retidas, devido ao relativo valor comercial, espécies como o dourado (*Coryphaena hippurus*) que totalizou 7.540 (1,09%), o agulhão negro<sup>1</sup> (*Makaira nigricans*) totalizando 6.038 kg (0,87%), o bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*) totalizando 5.659 kg (0,82%), a cavala empinge (*Acanthocybium solandri*) totalizando 1.725 kg (0,25%), o peixe rei (*Elagatis bipinnulata*) totalizando 1.503 kg (0,22%) e algumas espécies de cações (*Prionace glauca*, *Carcharinus longimanus* e *Sphirna* spp.) totalizando 708 kg (0,1%) e na categoria outros, foram desembarcados ocasionalmente espécies como o espadarte (*Xiphias gladius*) e o cangulo (*Balistes* sp.) totalizando 415 kg (0,06%) (Graf. 11).

Os dados de proporção das categorias de atuns desembarcadas, agrupados por ano e embarcação, demonstram que as categorias ‘pula-pula’ e ‘sem cabeça’ apresentaram uma tendência de decréscimo ao longo do tempo, com a categoria ‘pula-pula’ sendo desembarcada principalmente pelas embarcações 1 a 5 (Graf.12) e a categoria ‘sem cabeça’ sendo desembarcada principalmente pelas embarcações 1 a 6 (Graf.16).

---

<sup>1</sup> Segundo o art ° 4 da Instrução Normativa nº 12 de Julho de 2005, publicada pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP), atualmente Ministério de Pesca e Aquicultura (MPA) o agulhão negro (*Makaira nigricans*) não pode ser comercializado.

Gráfico 11: Participação relativa por espécie e categoria na pesca de atuns e afins em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.



Por outro lado, os peixes com tamanho médio, das categorias de 5 a 10 kg e 10 a 15 kg, apresentaram uma tendência contrária, aumentando ao longo dos anos e sendo desembarcadas principalmente pelas embarcações 7 a 9 (Graf.13 e 14). A categoria de peixes maiores de 15 kg com cabeça foi introduzida a partir de julho de 2012, sendo desembarcada apenas pelas embarcações 3, 6, 7, 8 e 9 (Graf.15).

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis (H), apresentados na Tabela 4, revelam que as diferenças foram significantes para todas as categorias por ano e por embarcação e o teste de comparação múltipla *a posteriori* revelou que, para as categorias 'pula-pula' e de 5 a 10 kg as diferenças foram significativas entre o primeiro e terceiro anos e para as categorias de 10 e 15 kg e 'sem cabeça' as diferenças foram significativas entre o primeiro e segundo/terceiro anos.

Em relação às embarcações, as diferenças foram significativas entre a embarcação 4 e as embarcações 6 e 9 para a categoria 'pula-pula', entre as embarcações 2 e 7 para a categoria de 5 a 10 kg, para as embarcações 4 e 8 para a

categoria de 10 a 15 kg e entre o grupo das embarcações 2 e 3 e o das embarcações 8 e 9 para a categoria 'sem cabeça'.

Tabela 4: Resultado da análise por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (H) para a variação na produção das categorias de atuns desembarcadas em Areia Branca, RN, por período e embarcação.

Categoria	Ano		Embarcação	
	H	p-valor	H	p-valor
Pula-pula (<5kg)	16,95	0,0002	19,98	0,01
5 a10 kg	23,09	$9,7 \times 10^{-6}$	19,3	0,013
10 a 15 kg	21,08	$2,65 \times 10^{-5}$	19,73	0,011
Grande (>15)	40,88	$1,33 \times 10^{-9}$	20,58	0,008
Sem cabeça	34,46	$3,3 \times 10^{-8}$	35,6	$2,08 \times 10^{-5}$

Gráfico 12: Gráficos box-plot da proporção da categoria 'pula-pula' na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.

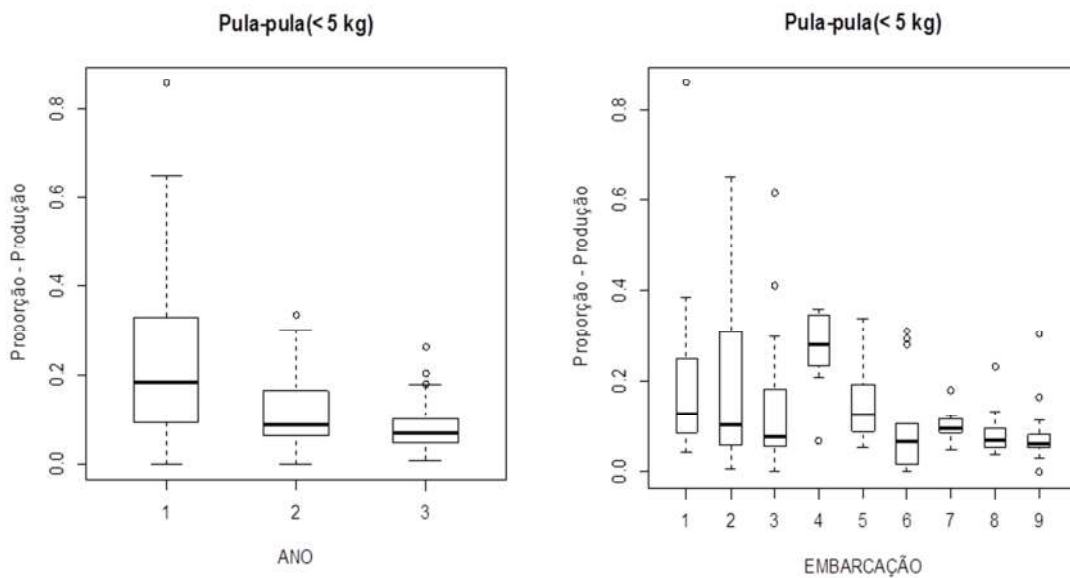


Gráfico 13: Gráficos box-plot da proporção da categoria de 5 a 10 kg na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.

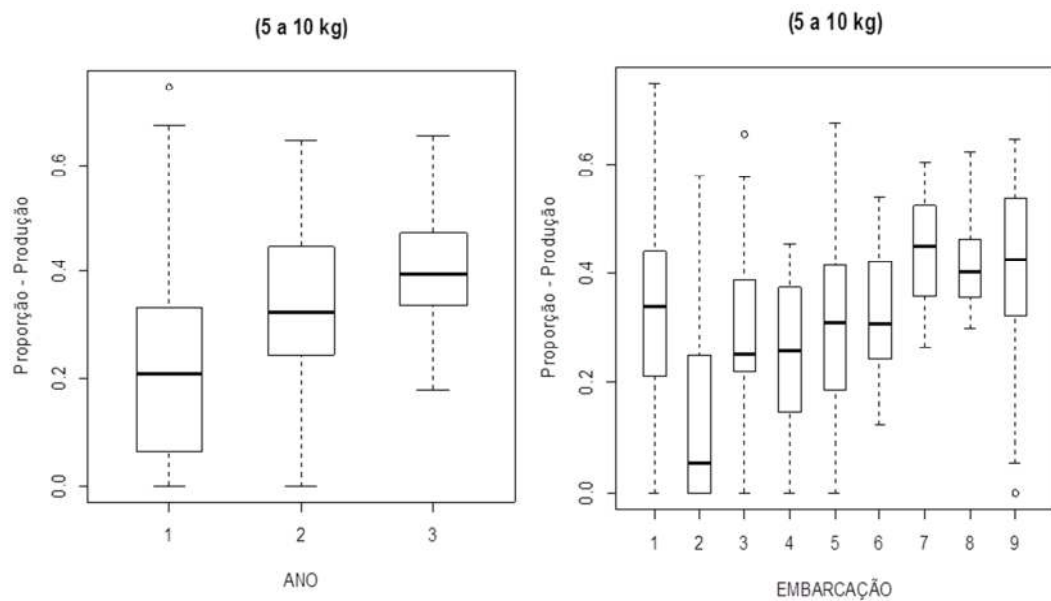


Gráfico 14: Gráficos box-plot da proporção da categoria de 10 a 15 kg na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.

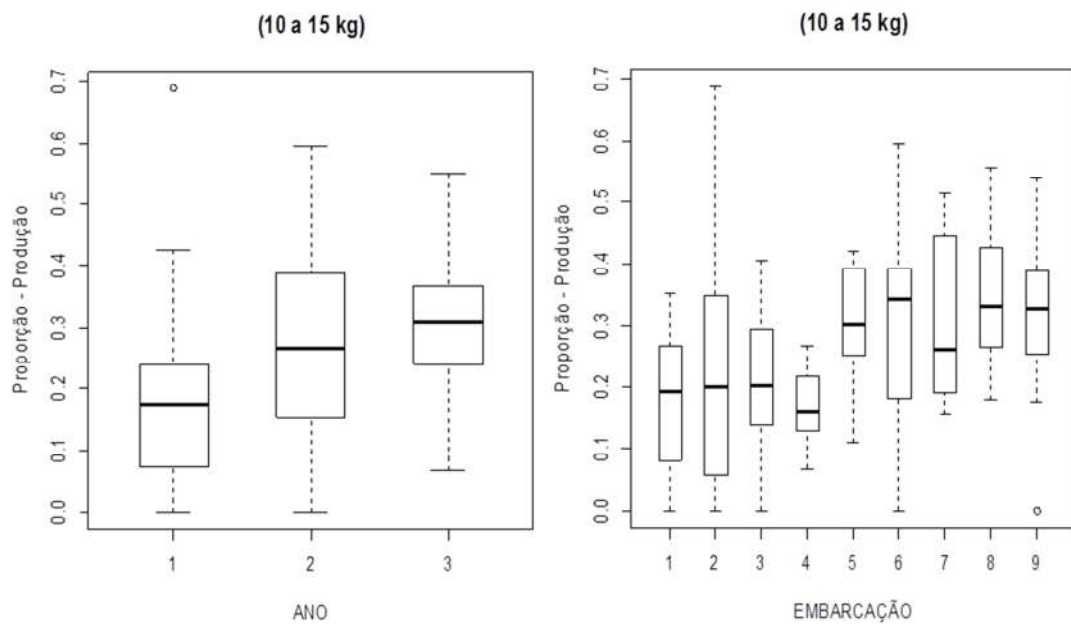


Gráfico 15: Gráficos box-plot da proporção da categoria acima de 15 kg na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.

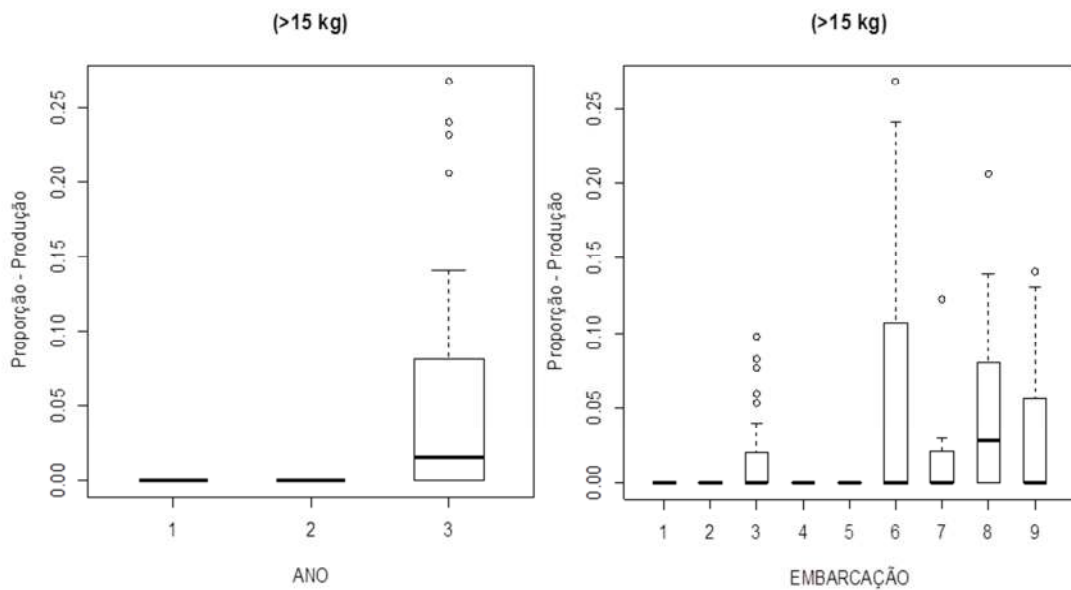
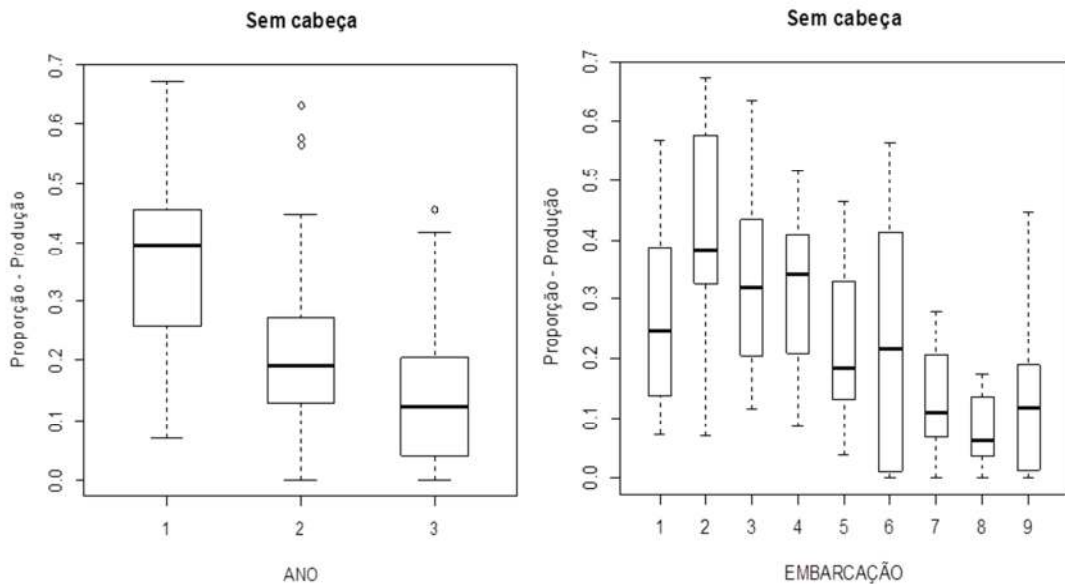


Gráfico 16: Gráficos box-plot da proporção da categoria 'Sem cabeça' na produção de atuns e afins desembarcada em Areia Branca, RN, por ano e por embarcação.



Durante o período de acompanhamento, foram anotados os pesos de 680 espécimes, entre os quais 361 foram de albacora bandolim e 265 de albacora laje no padrão 'GG', enquanto 54 foram de albacora laje no padrão sem cabeça. O resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov demonstrou haver diferença significativa entre as distribuições de frequência por peso de albacora bandolim e da albacora laje ( $D=0,28$ ;  $p\text{-valor}=9,15 \times 10^{-11}$ ). Na categoria denominada pula-pula percebe-se uma maior frequência de indivíduos da albacora laje na classe até 2,5 kg, sendo superada pela albacora bandolim na categoria subsequente, até 5 kg. Entretanto, nas categorias entre 5 e 10 kg e 10 a 15 kg, foi observada a predominância de indivíduos de albacora bandolim.

Já na categoria acima de 15 kg, indivíduos da albacora bandolim foram predominantes na classe até 17,5 kg, sendo superados pela albacora laje nas classes subsequentes. Por fim, na categoria 'sem cabeça' o número de indivíduos de albacora bandolim foi praticamente insignificante, com a total predominância de indivíduos da albacora laje, em especial na classe entre 20-30 kg.

Assim, Através dos resultados do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi observada diferença estatística nas proporções da albacora bandolim e da albacora laje apenas nas categorias de peixes com 5 a 10 kg e 10 a 15 kg (Tab. 5; Graf. 17).

Tabela 5: Resultado do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para as diferenças entre as proporções da albacora laje e albacora bandolim da distribuição de frequência por peso nas categorias desembarcadas em Areia Branca, RN.

<b>Categoria</b>	<b>A. bandolim (%)</b>	<b>A. laje (%)</b>	<b><math>\chi^2</math></b>	<b>p-valor</b>
Pula-pula (<5kg)	43,7	63,4	0,31	0,58
5 a10 kg	33,2	13,9	43,88	$3,5 \times 10^{-11}$
10 a 15 kg	16,6	9,6	16,49	$4,8 \times 10^{-5}$
Grande (>15)	13,9	6,4	3,26	0,07

Gráfico 17: Distribuição de frequência por classes de peso da albacora bandolim e da albacora laje desembarcadas no cais pesqueiro de Areia Branca, RN.

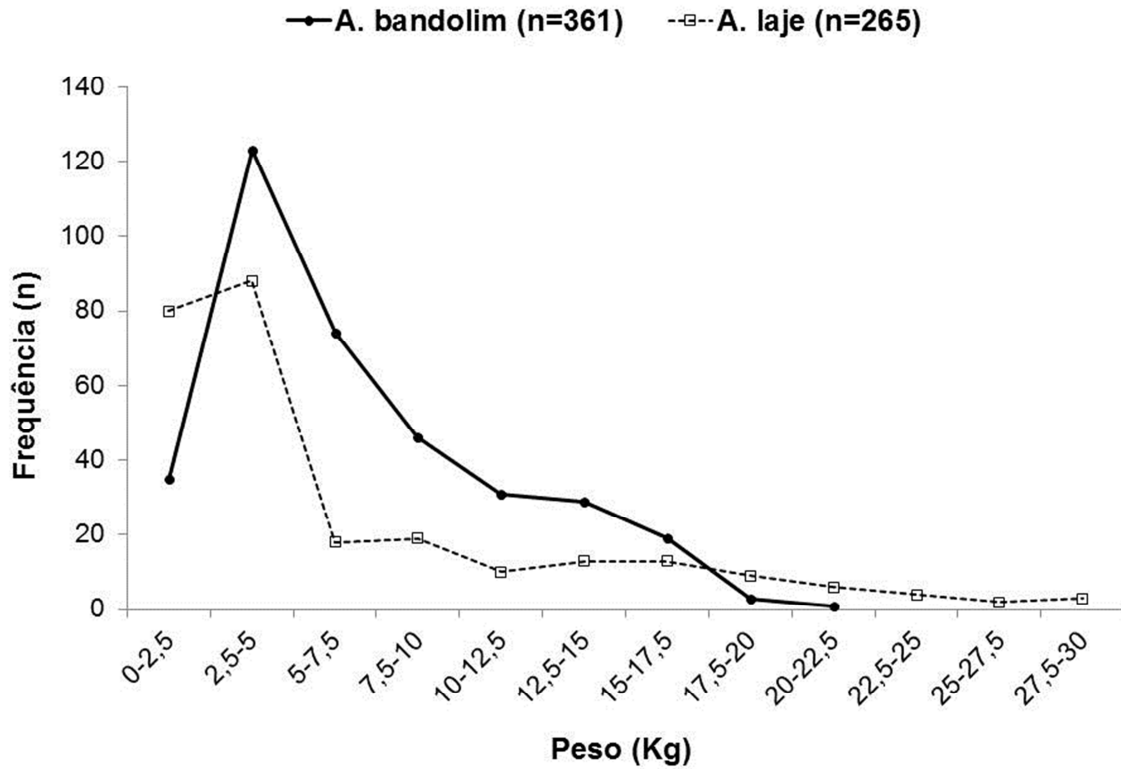
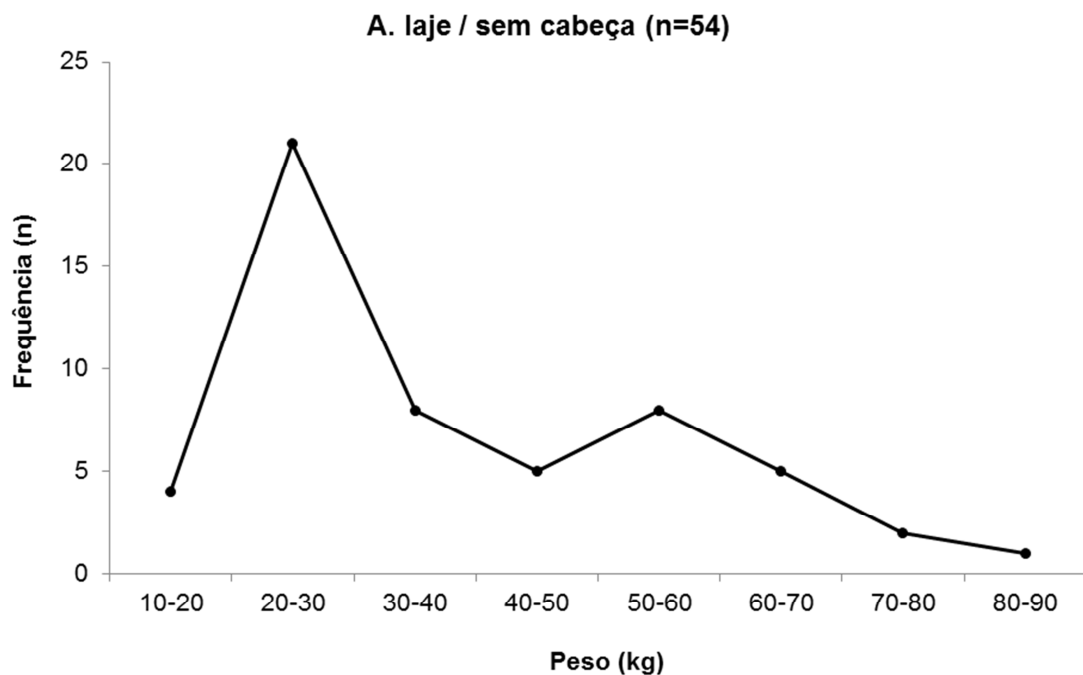


Gráfico 18: Distribuição de frequência por classe de peso da albacora laje sem cabeça desembarcada no cais pesqueiro de Areia Branca, RN.



#### 4. DISCUSSÃO

A diversificação das atividades de pesca, no sentido da inclusão da captura de atuns e cações, já havia sido apontada previamente por Fonteles-Filho (1994), como forma de reduzir o esforço de pesca sobre os estoques de lagostas altamente sobre explorados. Todavia, diversos estudos têm comprovado a redução da sobrepesca sobre recursos costeiros após a introdução dos DAP's, tais como na Ilha Martinica (TAQUET, 1998), Okinawa, no Japão (KAKUMA, 2000a) e em New South Whales, na Austrália (DEMPSTER, 2004).

Dessa forma, para a frota sediada em Areia Branca, RN, a pesca de atuns e afins em cardumes associados realmente tem representado uma importante alternativa para o setor pesqueiro local, fato que pode ser evidenciado pela tendência crescente apresentada pelo esforço. Além disso, Silva, Chaves e Fonteles-Filho (2013) registraram indicadores econômicos positivos ao analisar os custos e receitas de uma das embarcações atuantes nesta modalidade de pescaria.

Em relação à composição das capturas, os resultados apresentam um padrão composto por diferentes espécies, porém com predomínio dos atuns, albacora bandolim (*Thunnus obesus*) e albacora laje (*T. albacares*), os quais contribuíram com mais de 95% da produção. Diferentemente, Ariz *et al.* (1993) observaram uma predominância do bonito listrado correspondente a 75%, seguido pela a albacora laje com 17% e albacora bandolim com 8% na produção da pesca de cerco no Atlântico Oriental.

Por outro lado, Friedlander (1992) registrou que o dourado (*Coryphaena hippurus*) correspondeu a 52% das produções no entorno de DAP's em Porto Rico, enquanto Taquet *et al.* (2000) identificaram a albacorinha (*T. atlanticus*) como a principal espécie nos desembarques em Martinica, participando com 52% em número e 29% em peso, assim como Schroeder e Castello (2007) verificaram uma maior participação da albacora bandolim na pesca com cardume associado no Sul do Brasil. Portanto, as diferenças na proporção das espécies alvo podem ser explicadas em função da área de pesca associada à distribuição espacial das mesmas ou até mesmo pela seletividade das técnicas de captura.

A redução nas proporções de atuns acima de 15 kg e aumento nas capturas de atuns entre 5 a 15 kg são resultados que mostram uma tendência oposta ao que foi observado por Kakuma (2000b) para a albacora laje adulta no



Japão, para os quais os preços são bem maiores do que dos juvenis, fazendo com que os pescadores tenham preferência pela captura dos mesmos, com as produções de indivíduos acima de 10 kg apresentando variações sazonais e anuais, com tendência de crescimento, no período entre 1990 e 1998.

No presente estudo a proporção dos atuns sem cabeça (> 15 kg) foi equivalente a 18,4%, categoria representada principalmente pela albacora laje, ficando abaixo das proporções observadas por Ariz *et al.* (1993) para albacora laje associada a objetos flutuantes no Atlântico Oriental, as quais corresponderam a metade das capturas em peso nas pescarias com redes de cerco.

Além disso, a redução na proporção de indivíduos da categoria 'pula-pula' pode ser considerada como um fator positivo, uma vez que reduz os possíveis efeitos de uma sobrepesca de recrutamento. Diferentemente, Bannerman e Bard (2002) verificaram que, embora exista uma preocupação de boa parte da frota sediada em Tema sobre a alta incidência de juvenis de atuns em capturas no entorno de DAPs, o desembarque destas categorias são frequentes em função da maior preferência e aceitação por esta categoria nos mercados locais.

Estratégias de captura em qualquer pescaria podem variar em função das mudanças de mercado, introdução de novas tecnologias e métodos de processamento (MOURATO *et al.*, 2011). Portanto, as variações nas proporções das categorias desembarcadas pela frota de Areia Branca também podem ser explicadas pelas alterações nas estratégias de pesca observadas ao longo do período de acompanhamento.

Mesmo aumentando a rentabilidade das pescarias com a utilização de atratores, a captura média realizada por lance de pesca é maior do que quando efetuada sobre cardumes livres, porém, o preço obtido pelas mesmas é menor, pois são desembarcados peixes menores em maior proporção, ocorrendo ainda uma maior retenção de fauna acompanhante (bycatch). Portanto, a intensificação da pesca com dispositivos atratores pode aumentar a produção, mas por outro lado, também pode produzir um menor rendimento por recruta, com riscos de sobrepesca dos estoques, devendo ser encarada com cautela (LIMA; LIN; MENEZES, 2000).

Geralmente pescarias artesanais no entorno de DAPs fazem uso de diversas tecnologias de captura (PRADO, 2002), fato que torna difícil a padronização do esforço de pesca. Devido à falta de séries de dados consistentes, as CPUEs

geralmente são expressas como captura por viagem (DORAY e REYNAL, 2003). Por outro lado, em casos onde a técnica predominante é o corrico, a CPUE é geralmente expressa em kg/nº de linhas x horas, assim como é observado nos trabalhos de Buckley, Itano e Buckley (1989), Friedlander (1992) e Sharp (2011). Para o caso da frota sediada em Areia Branca, optou-se por expressar a CPUE como kg/dias de pesca, por se tratar de uma atividade que utiliza diversas técnicas em uma mesma viagem com as operações iniciando com o lançamento das linhas de corrico, já nas primeiras horas após deixar ou em direção ao cais pesqueiro.

Os maiores rendimentos observados nesta pesquisa, em torno de 800 kg / dia de pesca, são aproximados aos valores observados por Itano e Holland (2000) na pesca de atuns no entorno de DAP's e boias de dados no Havaí, com produções entre 2000 a 5000 kg, para um esforço de 2 a 5 dias de pesca, compostas principalmente por juvenis de albacora bandolim entre 6 a 25 kg. Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, Santos e Andrade (2004) observaram que a maior parte das produções da albacora laje foi obtida a partir de lances junto a objetos flutuantes e plataformas de petróleo, com relatos de rendimentos na ordem de 16 toneladas por dia efetivo de pesca junto a uma boia fixa. Além disso, Doray e Reynal (2003) verificaram através de um modelo linear generalizado que o principal componente com influência nas capturas por viagem associadas à DAPs na Ilha Martinica foi a utilização ou não do espinhel derivante, essencial nas capturas de grandes peixes pelágicos, essencialmente albacora laje e o agulhão negro.

Portanto, diante da importância desta modalidade de pesca para a frota sediada no cais pesqueiro de Areia Branca, recomenda-se a continuidade do acompanhamento dos desembarques, do modo a gerar informações que permitam identificar as possíveis alterações que possam ocorrer em relação à composição das capturas, além de criar subsídios que possibilitem os órgãos de fomento e gerenciamento de pesca quanto ao direcionamento de suas políticas.

## **CAPÍTULO IV - IDADE E CRESCIMENTO DA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares* EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.**

### **1. INTRODUÇÃO**

A albacora laje, *Thunnus albacares* é uma espécie epipelágica com ocorrência em águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos, com exceção do Mediterrâneo, com grande importância para pescarias comerciais e recreativas (COLLETE; NAUEN, 1983; DRIGERS; GREGO; DEAN, 1999; SHUFORD *et al.*, 2007). Além disso, é intensamente capturada no entorno de objetos flutuantes (FONTENEAU, 2000) fato que pode levar a uma variedade de consequências ecológicas, fazendo com que as espécies associadas permaneçam em determinadas áreas por longos períodos, interrompendo padrões de migração e, possivelmente, alterando as taxas de crescimento e sobrevivência (DEMPSTER, 2004).

Diversas são as técnicas e estruturas utilizadas para o desenvolvimento das curvas de crescimento de *T. albacares*, dentre as quais, os primeiros estudos foram baseados nas estruturas etárias formadas nas vertebrae (AIKAWA, KATO, 1938) e escamas (NOSE *et al.*, 1957). Porém, futuramente Yabuta, Yukinawa, e Warashina (1960) e Yang, Rose e Hiyama *et al.* (1969) observaram que as escamas não representavam um padrão de crescimento anual, com duas marcas depositadas anualmente, complementada pela observação feita por Suzuki (1974), que consistiu na dificuldade de leitura de indivíduos maior do que 100 cm de comprimento furcal (CF).

Paralelamente, após a descoberta feita por Pannella (1971) de que microincrementos diários podem ser depositados nos otólitos sagittae, Uchiyama e Struhsaker (1981), Wild (1986) e Stequert, Panfili e Dean (1996) foram os pioneiros na utilização desta técnica para *T. albacares*, a qual é amplamente aceita e utilizada nos estudos mais recentes (DORTEL *et al.* 2011; DORTEL *et al.*, 2013). Ademais, diversos estudos também foram realizados a partir das observações nos espinhos da 1ª nadadeira dorsal (DRAGANICK; PELCZARC, 1999; LESSA; DURTE-NETO,

2004) bem como a partir de dados distribuição de frequência de comprimento (SUN; SU; YEH, 2003; ZHU *et al.*, 2011).

Convém ressaltar que estudos sobre idade e crescimento baseados em microincrementos diários no Brasil são relativamente escassos, com relatos de pesquisas com o peixe voador *Hirundichthys affinis* e o dourado *Coryphaena hippurus* em Lessa, Nóbrega e Bezerra-Jr (2004).

Em relação aos modelos de crescimento adotados para descrever a variação do comprimento em função do tempo, o mais estudado é o modelo de von Bertalanffy, que assume que a taxa de crescimento é constante para todas as classes de comprimento e os modelos de Gompertz e Logístico, os quais são representados por curvas sigmoidais, as quais assumem que as taxas de crescimento decrescem exponencialmente com o tamanho corporal (KATSANEVAKIS; MARAVELIAS, 2008; WILLIAMS *et al.*, 2012). Porém, uma nova abordagem utilizada nos estudos sobre idade e crescimento de peixes tem sido o ajuste de mais de um modelo aos dados e a partir de então a utilização de um critério adequado para a seleção dos melhores modelos (KATSANEVAKIS, 2006; KATSANEVAKIS; MARAVELIAS, 2008).

Para *T. albacares* existe uma hipótese, amplamente defendida, de um modelo de crescimento em duas estâncias, a qual presume que a espécie apresenta um crescimento lento na fase inicial de seu ciclo vital, entre 6 e 22 meses, assumindo um modelo exponencial a partir dos 24 meses, com um rápido aumento da taxa de crescimento, proposta inicialmente por Fonteneau (1980) e, posteriormente, modelada por Gascuel, Fonteneau e Capisano (1992), a qual foi adotada como padrão pela Comissão Internacional para a Conservação do Atum do Atlântico (ICCAT) (SHUFORD *et al.*, 2007) e vem sendo utilizada atualmente nos modelos de avaliação de *stocks* do Oceano Atlântico (ICCAT, 2011).

A importância econômica e abundância de *T. albacares* faz com que a mesma tenha sido amplamente estudada no Oceano Atlântico, entretanto, a maior parte dos estudos sobre idade e crescimento é oriunda da porção oriental (LESSA; DUARTE-NETO, 2004). Neste sentido, diversas técnicas têm sido utilizadas para a obtenção dos parâmetros de crescimento de *T. albacares*, dentre as quais podemos destacar os estudos com distribuição de frequência (Le GUEN; SAGAKAWA, 1973; FONTENEAU, 1980; GASCUEL; FONTENEAU; CAPISANO, 1992), marcação e

recaptura (MYABE, 1984; BARD, 1984; BARD; CHABANET; CAOUDER, 1991). Além disso, também se utilizou dados dos incrementos anuais depositados nos espinhos dorsais (DRAGANIK; PELCZARSKI, 1984; LESSA; DUARTE-NETO, 2004) e vertebras (MANOOCH-III; HINCKLEY, 1991), bem como dos microincrementos diários presentes nos otólitos (DRIGGERS; GREGO; DEAN, 1999; SHUFORD, 2007).

Portanto, o presente estudo tem a finalidade de determinar e analisar os parâmetros de crescimento ajustados aos principais modelos utilizados, a partir dos dados dos espinhos dorsais e microincrementos diários nos otólitos de *T. albacares* coletados no Atlântico Oeste Equatorial.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Procedimento Amostral**

Foram realizados 9 embarques no período entre Janeiro de 2011 e Dezembro de 2012 para coleta das estruturas calcificadas utilizadas na identificação dos anéis etários. Logo após a captura, foi realizada a biometria com auxílio de um paquímetro para a obtenção do comprimento furcal. Em seguida, no momento da evisceração, foi observado o sexo e, logo após, seguindo os procedimentos descritos no Manual da ICCAT (ICCAT, 2009), foram retirados o par de otólitos *sagittae* e o 1º espinho da nadadeira dorsal, os quais eram armazenados em tubos *ependorfs* e sacos plásticos, respectivamente, ambos devidamente etiquetados.

### **2.2 Processamento das Estruturas Calcificadas**

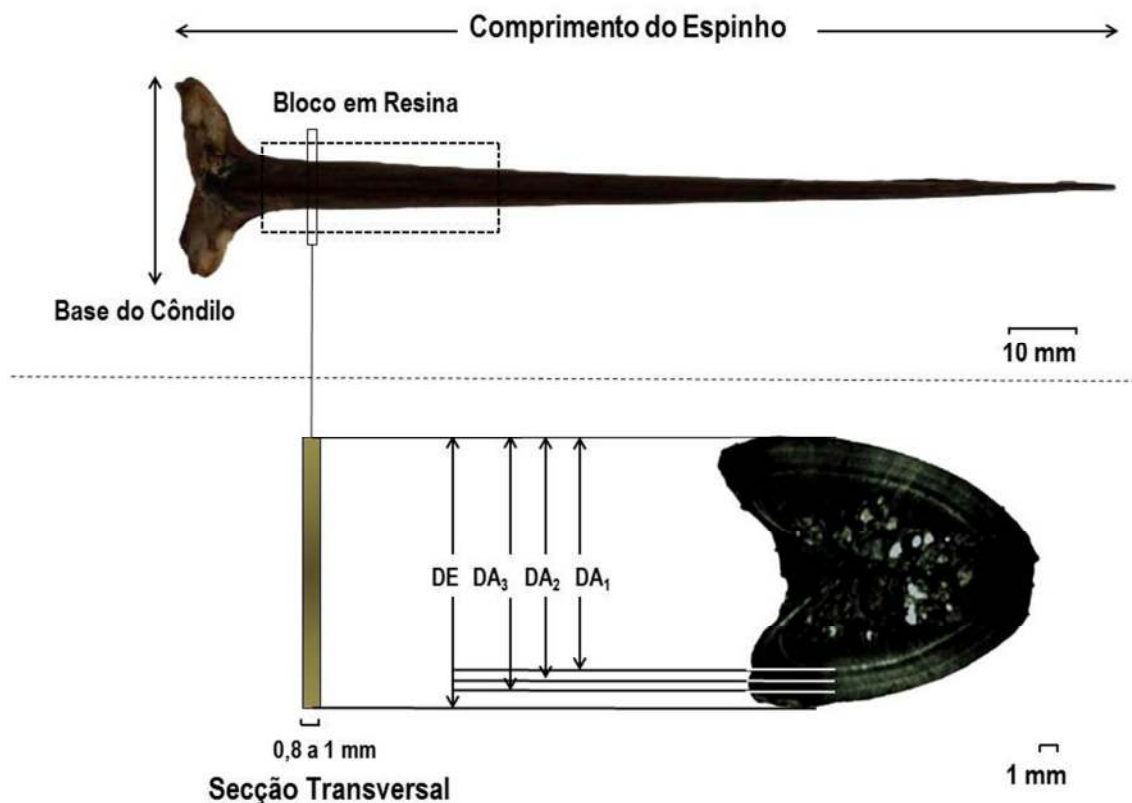
#### **2.2.1 Espinhos Dorsais**

Os espinhos foram processados de acordo com os procedimentos adotados por Sun, Huang e Yeh (2001) e Lessa e Duarte-Neto (2004). Primeiramente, tiveram seus comprimentos medidos a partir da base do côndilo até a extremidade oposta. Em seguida, porções transversais foram extraídas nas faixas entre 5 a 30% a partir da base do côndilo, as quais foram imersas em solução de

resina poliéster, para obtenção de cortes com 0,8 a 1 mm de espessura (Fig.19) com serra metalográfica de baixa rotação BUHELER ISOMET® equipada com disco adiantado, os quais foram afixados em lâminas com resina ENTELLAN®.

Posteriormente, os mesmos foram analisados em microscópio estereoscópio trinocular com sistema de captura de imagem acoplada, para os quais foram obtidas medidas como o diâmetro dos espinhos, definido como a distância horizontal entre as margens externas acima do sulco da região posterior, bem como o diâmetro dos anéis etários, definidos como as distâncias horizontais entre as bandas translúcidas e a margem oposta (Fig.19), por meio do software livre Image Process and Analysis in JAVA (ImageJ).

Figura 19: Espinho da 1ª nadadeira dorsal de *Thunnus albacares*, apresentando a porção emblocada, o local da secção transversal e as medidas observadas (DE: diâmetro do espinho; DA: diâmetro do anel etário).



### 2.2.2 Otólitos

Os otólitos foram processados de acordo com os procedimentos propostos por Secor, Dean e Laban (1992) e adaptados para atuns por Stequert, Panfili e Dean (1996). Inicialmente, os otólitos *sagittae*, preferencialmente do lado direito, foram medidos quanto ao comprimento (Fig. 20) com paquímetro digital com 300 mm e precisão de 0,01 mm e, em seguida, foram pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g. Na sequência, foram submetidos a um processo de clarificação em solução de hipoclorito de sódio 2% e lavados com água destilada, para então serem emblocados em resina poliéster, dos quais foram obtidas secções transversais na região do *primordium* com aproximadamente 0,5 mm de espessura, por meio de uma serra metalográfica de baixa rotação BUHELER ISOMET<sup>®</sup>, equipada com disco adiantado.

Logo após, as secções passaram por uma bateria de lixas d'água de gramaturas: 400, 600 e 1200, respectivamente, sendo lavadas em água destilada, para, logo em seguida, serem polidas com pó de alumina calcinada com grãos de 0.5, 2 e 10  $\mu\text{m}$ , sendo lavadas em água destilada, descalcificadas em solução de ácido etileno-diamino tetra-acético (EDTA) de 5-7% por 5 minutos e novamente lavadas em água destilada, para, então, serem fixadas em lâminas com resina Entellan<sup>®</sup>.

Por fim, as secções foram observadas em microscópio óptico com aumento de 40x, com sistema de captura de imagem acoplado, a partir das quais se obtiveram as medidas, por meio do Software livre ImageJ, dos campos de contagem dos microincrementos (CC1 e CC2), localizados na margem externa do braço ventral (Fig.21).

### 2.3 Relações Morfométricas

Para verificar se o crescimento das estruturas calcificadas acompanha o crescimento corporal, os dados de diâmetro do espinho, comprimento do espinho, comprimento do otólito e campo de contagem foram ajustados a um modelo de regressão linear ( $Y = a + b.x$ ) através da função *lm* do Software R, versão 3.0.0 (R CORE TEAM, 2013) e os resultados validados estatisticamente por meio de análise

de variância (ANOVA) ao nível de significância de 5%. A relação entre o peso e comprimento do otólito foi ajustada a um modelo não-linear ( $Y = a.x^b$ ) através da função *nls* do Software R (R Core Team, 2013) e o coeficiente angular ( $b$ ) foi analisado por meio do teste *t*-Student ao nível de 5% para saber se a relação apresenta caráter isométrico ou alométrico.

Figura 20: Otólito de um indivíduo de *Thunnus albacares*, capturado no Atlântico Oeste Equatorial, apresentando a morfologia externa, a morfometria realizada e o local de onde são extraídas as secções transversais na região do *primordium*.

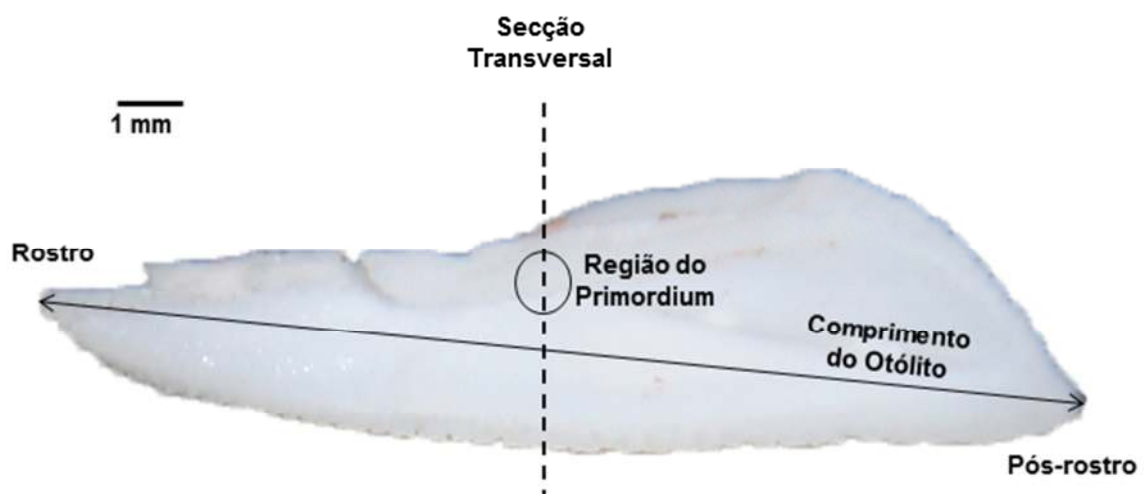
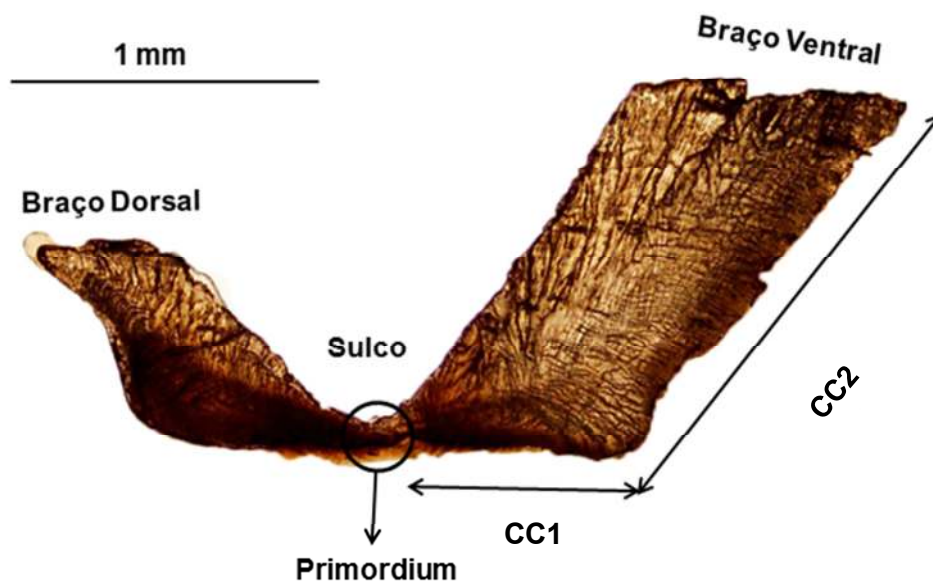


Figura 21: Secção transversal apresentando a morfologia do otólito *sagittae* de um indivíduo de *Thunnus albacares* capturado no Atlântico Oeste Equatorial.





## 2.4 Leitura e Interpretação das Estruturas Etárias

Como não foram obtidas amostras sazonais, não foi possível realizar a análise de incremento marginal para a validação da formação das estruturas etárias nos espinhos da 1ª dorsal, portanto, assumimos que os indivíduos de *T. albacares* analisados apresentam um padrão similar de deposição anual de uma banda clara e outra opaca, observado por Draganick e Pelczarski (1984) e Lessa e Duarte-Neto (2004) no Atlântico.

Estudos de análise de microincrementos geralmente são validados por meio de técnica de marcação e recaptura com injeção de Oxido de Tetraciclina (OTC) (CAMPANA, 2001), porém tal técnica demanda uma logística considerável e os índices de recaptura são relativamente baixos. Portanto, assumimos que os indivíduos de *T. albacares* analisados também apresentam o mesmo padrão de formação de microincrementos diários observados por Wild (1986) e Lehodey e Leroy (1999) no Oceano Pacífico e Stequert, Panfili e Conand (1996) no Oceano Índico.

Os anéis etários nos espinhos da 1ª nadadeira dorsal são representados pelo conjunto formado por uma zona opaca, indicativa de crescimento rápido e outra zona translúcida, indicativa de crescimento lento (LESSA; DUARTE-NETO, 2004, DUARTE-NETO; HIGA; LESSA, 2012). Com a utilização de microscópio estereoscópio trinocular, foram realizadas 3 leituras independentes, das quais, duas foram obtidas por um leitor experiente e uma por um leitor inexperiente, sem conhecimento prévio do tamanho do peixe ou da leitura anterior.

Para analisar a confiabilidade das leituras realizadas foi utilizado o coeficiente de variação (CV) proposto por Chang (1982):

$$CV_j = 100\% \cdot \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - X_j)^2}{R - 1}}}{X_j}$$

Onde:  $CV_j$ : estimativa de precisão da leitura do  $j$ -ésimo peixe;  $X_{ij}$  é a  $i$ -ésima leitura do  $j$ -ésimo peixe;  $X_j$  é a média das leituras do  $j$ -ésimo peixe; R: número de leituras.

A estimativa dos comprimentos nas idades anteriores foi obtida a partir da técnica do retrocálculo, por meio da equação de Fraser-Lee (FRANCIS, 1990):

$$L_t = \left( \frac{D_n}{DE} \right) X (L_c - a) + a$$

Onde:  $L_t$ : comprimento do peixe correspondente a deposição do anel na idade  $t$ ;  $D_n$ : distância entre o anel e a margem do espinho;  $DE$ : diâmetro do espinho;  $L_c$ : comprimento no momento da captura;  $a$ : parâmetro que representa o intercepto da regressão entre o diâmetro do espinho e o comprimento do peixe.

A idade baseada nos microincrementos diários dos otólitos, foram obtidas a partir da média de duas leituras independentes pelo mesmo observador, sem conhecimento prévio do tamanho do peixe ou da leitura anterior, por meio de um microscópio óptico de fluorescência, marca Olympus<sup>®</sup>, modelo BX51, com aumento de 1000x (100x na objetiva e 10x na ocular), os quais foram realçados com óleo de imersão (STEVENSON; CAMPANA, 1992; STEQUERT; PANFILI; DEAN, 1996) e observados em tempo real por meio de um sistema de captura gerenciado pelo Software CellF<sup>®</sup>. A credibilidade das leituras foi classificada de acordo com o procedimento adotado por Lehodey e Leroy (1999) em boa, média e ruim, sendo estas últimas descartadas.

## 2.5 Modelos de Crescimento

Com a utilização do Software R versão 3.0.2 (R CORE TEAM, 2013), através da função de regressão não linear  $nls()$ , a qual é ajustada pelo método dos mínimos quadrados e utiliza o algoritmo de Gauss-Newton como padrão, os pares de dados de comprimento e idade foram ajustados aos seguintes modelos:

a) von Bertalanffy (von BERTALANFFY, 1938):  $L_t = L_{\infty} \cdot \{1 - e^{-k_1 \cdot (t-t_1)}\}$

b) Gompertz (GOMPERTZ, 1825):  $L_t = L_{\infty} \cdot e^{-e^{-k_2 \cdot (t-t_2)}}$

c) Logístico (RICKER, 1975):  $L_t = L_{\infty} \cdot \{1 + e^{-k_3 \cdot (t-t_3)}\}^{-1}$

Onde:  $L_t$  = comprimento estimado na idade  $t$ ;  $L_\infty$  = comprimento máximo teórico;  $k_{1, 2 \text{ e } 3}$  = taxa de crescimento relativa a cada modelo;  $t_1$  = idade quando o comprimento teórico é igual a zero;  $t_2$  e  $t_3$  = parâmetros relacionados ao ponto de inflexão relativo a cada modelo.

Para efeito de comparação com os dados obtidos a partir das leituras anuais nos espinhos dorsais, os dados dos microincrementos diários foram transformados para a base anual.

## 2.6 Análise dos Modelos de Crescimento

Os três modelos analisados foram classificados em função da sua importância relativa, a partir do menor valor do critério de informação de Akaike (Akaike's Criterion Information - AIC) (AKAIKE, 1973; BURNHAM; ANDERSON, 2002), ajustado para os mínimos quadrados, sendo uma técnica proposta por Katsanevakis (2006) e que foi utilizada recentemente para comparação dos modelos de crescimento da albacora bandolim no Atlântico (DUARTE-NETO; HIGA; LESSA, 2012) e da albacora branca no Pacífico (WILLIAMS *et al.*, 2012):

$$AIC = n \cdot \log\left(\frac{SQR}{n}\right) + 2k$$

Onde:  $n$ : número de observações; SQR: soma dos quadrados dos resíduos;  $k$ : número de parâmetros, incluindo o  $\sigma^2$  que é calculado pela equação:  $\hat{\sigma}^2 = \frac{SQR}{n}$

O modelo com o menor valor de AIC representa o melhor ajuste e a aceitabilidade dos modelos restantes é determinada pela diferença ( $\Delta_i$ ) entre seus respectivos valores de AIC ( $AIC_i$ ) e o valor do melhor modelo ( $AIC_{min}$ ). Modelos com valores de  $\Delta_i > 10$  são omitidos por não apresentarem qualquer tipo de suporte essencial, modelos com  $\Delta_i < 2$  são considerados essenciais e modelos com  $4 < \Delta_i < 7$  apresentam um suporte considerável (BURNHAM; ANDERSON, 2002).

$$\Delta_i = AIC_i - AIC_{min}$$

O peso de Akaike ( $\omega_i$ ) foi utilizado para quantificar a confiabilidade de cada modelo e estabelecer um valor médio do comprimento assintótico ( $\bar{L}_\infty$ ) a partir do respectivo peso de cada modelo selecionado.

$$\omega_i = \frac{\exp(-0,5\Delta_i)}{\sum_{k=1}^3 \exp(-0,5\Delta_k)}$$

$$\bar{L}_\infty = \sum_{i=1}^m w_i L_{\infty,i}$$

A diferença entre sexo para as leituras dos microincrementos em otólitos foi verificada através do teste de verossimilhança (KIMURA, 1980), o qual é obtido a partir da soma dos quadrados dos resíduos e comparados pelo teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), o qual foi executado por meio da função *vblrt* inserida do pacote ‘fishmethods’ (NELSON, 2013) disponível no software R (R CORE TEAM, 2013).

Por fim, os resultados dos parâmetros do modelo de von Bertalanffy, gerados com os dados dos espinhos dorsais e com os dados dos microincrementos em otólitos, foram agrupados em uma tabela com os resultados dos estudos de idade e crescimento de *T. albacares* no Oceano Atlântico e comparados através do Índice de desempenho de crescimento ( $\Phi'$ ), proposto por Pauly e Munro (1984) e utilizado recentemente para atuns por Zhu *et al.* (2011), Rohit, Rao e Rammohan (2012) e Duarte-Neto, Higa e Lessa (2012).

$$\Phi' = \log k + 2 \cdot \log L_\infty$$

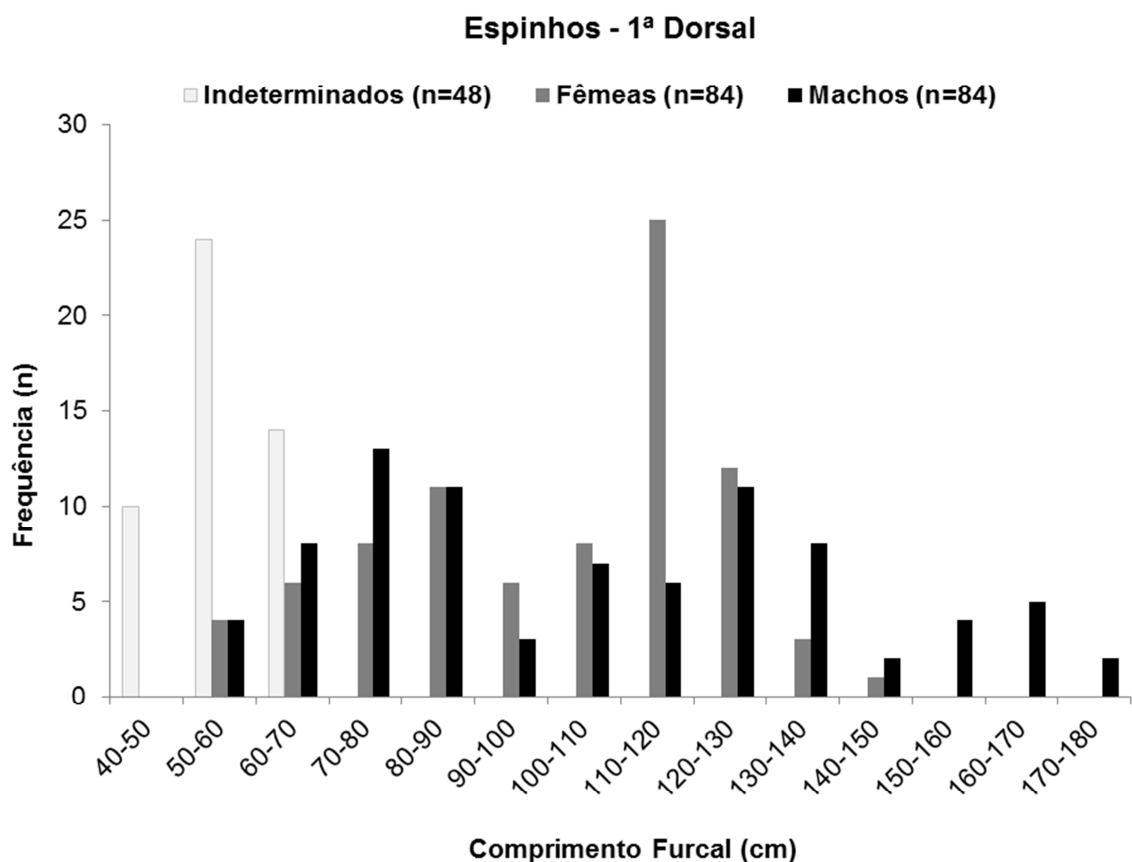
### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Espinhos dorsais

##### 3.1.1 Morfometria

Foram analisados 216 espinhos da primeira dorsal, dos quais 7 foram excluídos por apresentarem falsos anéis ou padrões de leitura não confiáveis. A distribuição de frequência por classes de comprimento dos indivíduos que tiveram seus espinhos coletados foi agrupada por sexo, sendo apresentada no Gráfico 19, na qual os indivíduos com sexo indeterminado variaram entre 42 e 69 cm de CF (média=57,3), enquanto as fêmeas as fêmeas variaram de 53 a 146 cm (média=101,6) e os machos variaram de 51 a 174 cm (média=106,5).

Gráfico 19: Distribuição de frequência por classe de comprimento dos indivíduos de *Thunnus albacares* cujos espinhos dorsais foram analisados.



### 3.1.2 Relações Morfométricas

Os resultados das análises de variância para as relações entre o diâmetro do espinho (DE) / comprimento do espinho (CE) e o comprimento furcal (CF) foram estatisticamente significantes, conforme apresentado na Tabela 6, com altos valores de coeficiente de determinação 'R<sup>2</sup>' e F-teste da ANOVA. Ambas as relações se ajustam ao modelo linear, com a análise de resíduos apresentando um padrão de dispersão heterogênea (Graf. 20 e 21).

Tabela 6: Resultado da análise de variância (ANOVA) das regressões entre o diâmetro do espinho (DE) e Comprimento do Espinho (CE) com o comprimento furcal (CF) da albacora laje *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

Equação	Intercepto (a)	Coef. Angular (b)	R <sup>2</sup>	F-teste
DE=a+b.CF	-0,77	0,06	0,93	2687
CE=a+b.CF	0,14	0,12	0,978	9955

Gráfico 20: Regressão linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o diâmetro do espinho e o comprimento furcal de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

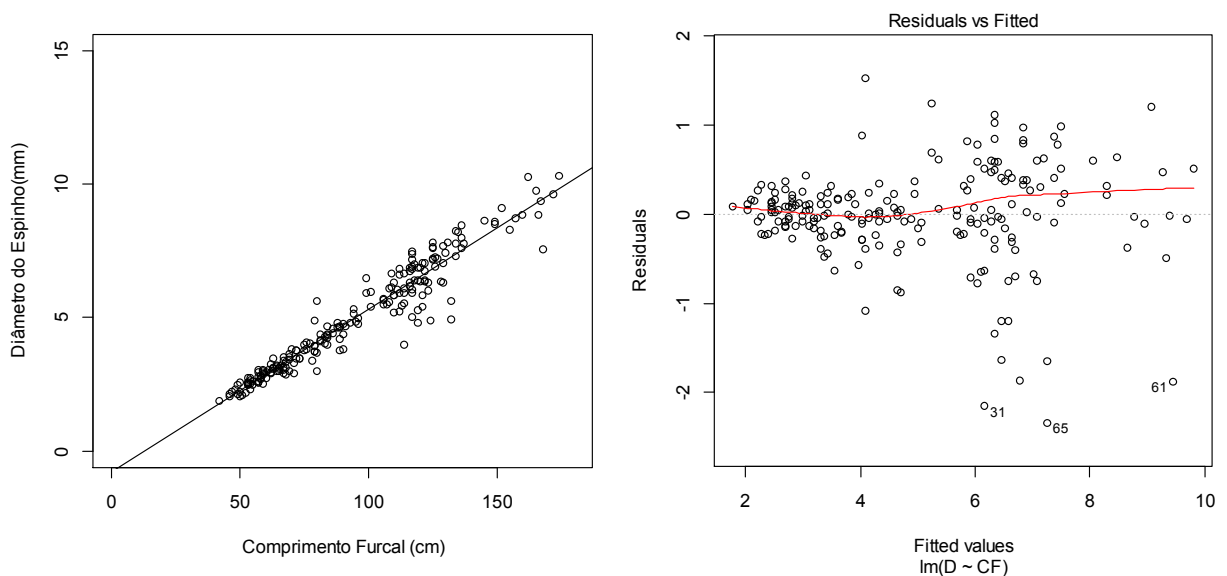
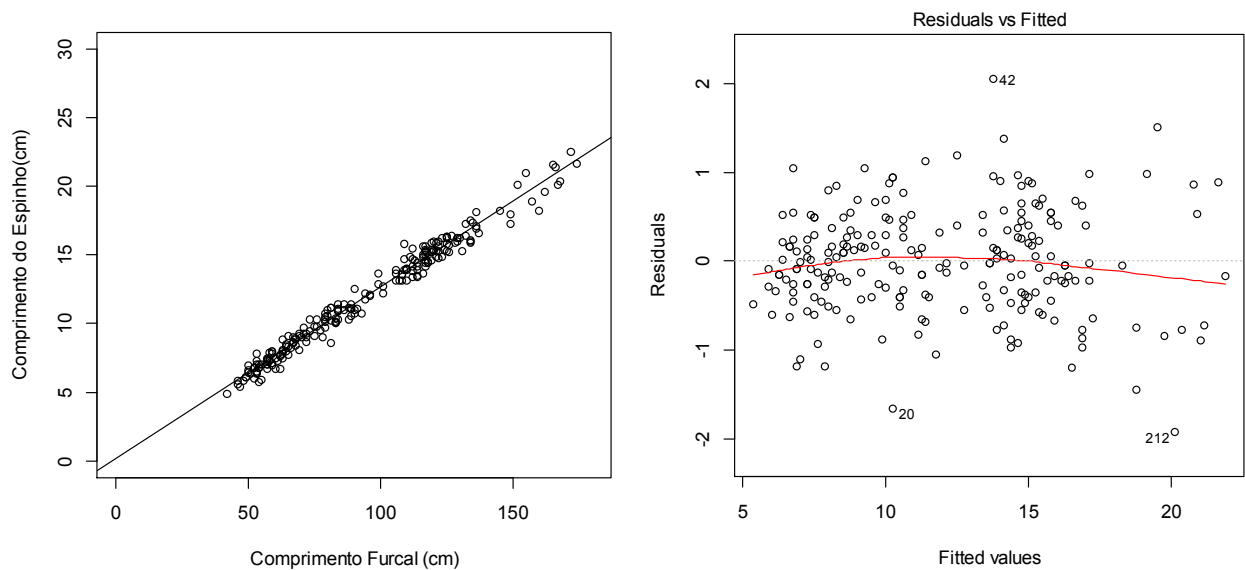


Gráfico 21: Gráficos da regressão linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o comprimento do espinho e o comprimento furcal de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.



### 3.1.3 Ajuste e Seleção dos Modelos de Crescimento

Os comprimentos médios para os dados observados e retrocalculados são apresentados na Tabela 7, acompanhados dos respectivos incrementos. Os valores médios observados foram menores que os valores retrocalculados nos quatro primeiros anéis etários, passando a apresentar valores superiores nos demais anéis subsequentes. Os incrementos apresentaram os maiores valores nas idades iniciais decrescendo gradativamente até as idades finais.

O coeficiente de variação médio ( $\overline{CV}$ ) foi estimado em 5,4, com valores oscilando entre 2,6 e 8,3. Os resultados com os parâmetros encontrados para cada modelo, a partir dos dados observados e retrocalculados são apresentados na Tabela 8, juntamente com os seus respectivos erros padrão e intervalos de confiança. Os valores dos parâmetros para os dados observados e retrocalculados foram bastante similares, muito embora, os modelos a partir dos dados retrocalculados apresentassem maiores valores de erros padrão e amplitude dos intervalos de confiança, mesmo assim, optou-se por gerar as curvas para ambos os dados e analisar-los posteriormente por meio do critério de Akaike. O ajuste das curvas para cada modelo está apresentado no Gráfico 22.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 9, o menor valor de AIC foi atribuído ao modelo Logístico para ambos os dados, observados e retrocalculados, com o modelo de Gompertz apresentando um suporte essencial e o modelo de von Bertalanffy sendo desconsiderado em função das diferenças ( $\Delta_i$ ) de AIC em relação ao  $AIC_{min}$ . Com base nos pesos dos modelos selecionados o valor de  $\bar{L}_{\infty}$  foi calculado em 175,13 e 171,6 cm para os dados observados e retrocalculados, respectivamente.

Tabela 7: Média e desvio padrão dos comprimentos furcais retrocalculados e observados por grupo de idade e anéis etários de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial. As janelas preenchidas com traço (–) representam as zonas nas quais os anéis etários foram encobertos pela vascularização.

Idade (anos)	$\overline{CF}_{obs}$ (cm)	n	Anel Etário						
			<i>i</i>	<i>ii</i>	<i>iii</i>	<i>iv</i>	<i>v</i>	<i>vi</i>	<i>vii</i>
1	52,9	29	58,9						
2	72,7	80	63,8	78,5					
3	115,3	77	81,3	96,7	110,4				
4	133,8	11	-	103,4	115,6	128,8			
5	153,8	5	-	-	125,1	138,1	150,7		
6	165	4	-	-	-	140,3	151,1	161,4	
7	171,3	3	-	-	-	146,1	152,8	164,3	167,1
<b>Total<sub>obs</sub></b>		209							
<b>Total<sub>retro</sub></b>		483	178	166	96	21	12	7	3
<b><math>\overline{CF}_{retro}</math> (cm)</b>			68	92,9	117	138,3	151,5	162,8	167,1
<b>Desvio Padrão</b>			17,9	18,04	13,31	10,12	5,93	2,98	3,35
<b>Incremento (cm)</b>			-	24,9	24,1	21,3	13,2	11,3	4,3



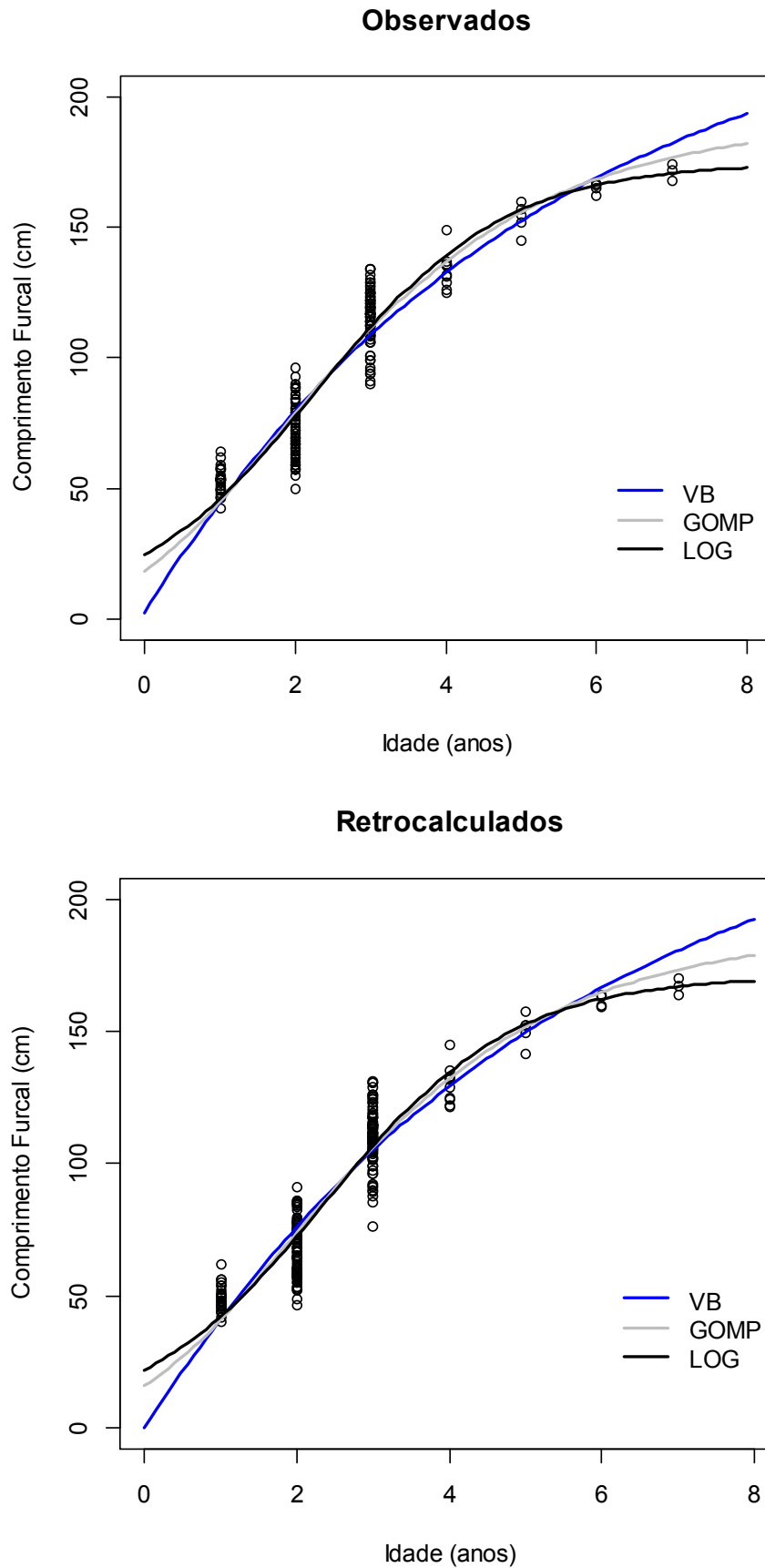
Tabela 8: Parâmetros calculados para os modelos de crescimento (V: von Bertalanffy; G: Gompertz; L: Logístico) de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial baseados nos dados dos espinhos dorsais, acompanhados das estimativas do erro padrão e intervalos de confiança (I.C).

Dados	Parâmetro	Modelo	Valor do Parâmetro	Erro Padrão	I.C 95% Inferior	I.C 95% Superior
Observados	L <sub>∞</sub> (cm)	VB	247,29	22,58	202,77	291,82
		GOMP	190,95	7,21	176,74	205,16
		LOG	174,70	4,54	165,75	183,65
	k (ano <sup>-1</sup> )	VB	0,19	0,03	0,13	0,25
		GOMP	0,49	0,03	0,42	0,55
		LOG	0,80	0,04	0,72	0,88
	t <sub>0</sub> (ano)	VB	-0,05	0,11	-0,27	0,16
		GOMP	1,75	0,08	1,59	1,91
		LOG	2,28	0,07	2,14	2,43
Retrocalculados	L <sub>∞</sub> (cm)	VB	252,62	25,76	201,82	303,42
		GOMP	188,07	7,38	173,52	202,62
		LOG	171,14	4,57	162,13	180,15
	k (ano <sup>-1</sup> )	VB	0,18	0,03	0,12	0,24
		GOMP	0,49	0,03	0,42	0,55
		LOG	0,81	0,04	0,74	0,89
	t <sub>0</sub> (ano)	VB	0,01	0,11	-0,21	0,22
		GOMP	1,86	0,08	1,69	2,03
		LOG	2,38	0,08	2,23	2,53

Tabela 9: Valores de AIC, diferenças de AIC ( $\Delta_i$ ) e pesos de AIC ( $w_i$ ) para os modelos de crescimento baseados nos dados dos espinhos dorsais de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial (VB: von Bertalanffy; GOM: Gompertz; LOG: Logístico)(n.c: não calculado).

Dados	Modelo	AIC	$\Delta_i$	$w_i$ (%)
Observados	VB	452,86	18,17	n.c
	GOM	441,89	7,2	2,7
	LOG	434,69	0	97,3
Retrocalculados	VB	452,15	18,67	n.c
	GOM	440,62	7,14	2,3
	LOG	433,48	0	97,7

Gráfico 22: Curvas de crescimento da *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial baseadas nos dados observados e retrocalculados dos espinhos da 1ª dorsal (VB: von Bertalanffy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico).

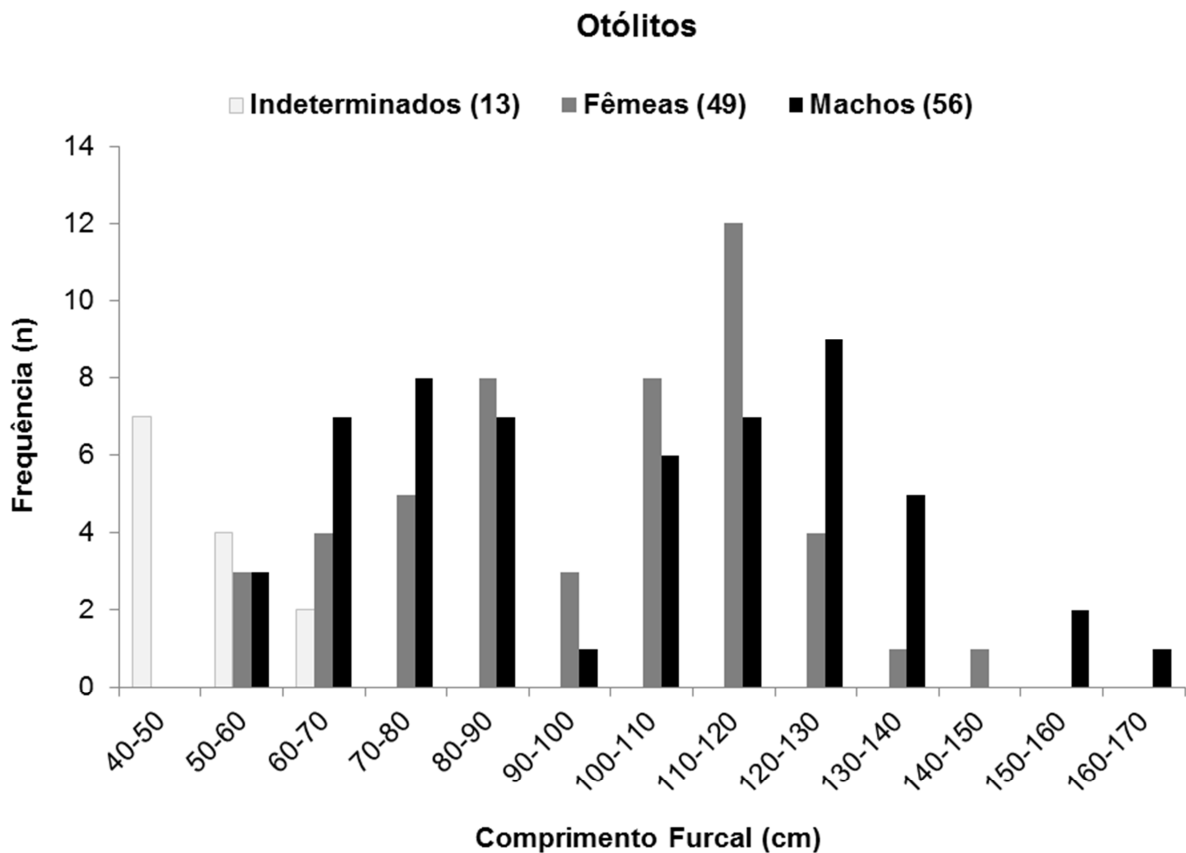


## 3.2 Otólitos

### 3.2.1 Morfometria

Foram coletados 118 otólitos, dentre os quais, 7 foram danificados no processo de montagem das secções transversais e 16 foram retirados por apresentarem leituras sem confiabilidade, restando 95 para utilização no desenvolvimento dos modelos de crescimento. A distribuição de frequência dos indivíduos que tiveram seus otólitos coletados foi agrupada por sexo, sendo apresentada no Gráfico 23, na qual os indivíduos com sexo indeterminado variaram entre 45 e 65 cm de CF (média=53), enquanto as fêmeas variaram de 53 a 146 cm (média=97,7) e os machos variaram de 52 a 168 cm (média=100,5).

Gráfico 23: Distribuição de frequência por classe de comprimento dos indivíduos de *Thunnus albacares* cujos otólitos foram analisados.



### 3.2.2 Relações Morfométricas

A relação linear entre comprimento do otólito e comprimento furcal (Graf. 24) apresentou valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) satisfatório e valor do teste de ANOVA estatisticamente significativo (Tab. 10), com o gráfico de dispersão dos resíduos apresentando um padrão de dispersão heterogêneo (Gráfico 24).

Embora a relação linear e entre o campo de contagem e comprimento furcal (Graf. 25) tenha apresentado valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) relativamente menor do que os valores observados para as demais relações (Tab. 9), o resultado do teste de ANOVA foi estatisticamente significativo, confirmando que, a medida que o peixe cresce, o campo de contagem total também acompanha esta tendência, ou seja, que o depósito dos microincrementos diários ocorre ao longo de todo ciclo vital.

A relação entre o peso do otólito e o seu comprimento (Graf. 25), mostrou-se ajustada ao modelo de relação peso-comprimento ( $\text{Peso} = a \cdot \text{Comprimento}^b$ ), com os valores dos parâmetros:  $a = 0,0001$  (Erro Padrão=0,00001);  $b = 2,31$  (Erro Padrão= 0,11). O valor do teste  $t$ -Student para o parâmetro  $b$  foi significativo ( $p\text{-valor} = 5,5 \times 10^{-11}$ ), estabelecendo que a relação é alométrica, com valor de  $b$  variando entre 2,11 e 2,48 com intervalo de confiança de 95%.

O gráfico de dispersão dos campos de contagem CC1 e CC2 (Graf. 26) demonstra que CC1 não apresenta grande variação ao longo do ciclo vital, com amplitude entre 0,62 e 1,21 mm (média=0,95mm) e o CC2 acompanha o crescimento corporal ao longo de todo o ciclo, variando entre 0,96 e 4,11 mm (média=2,12mm). Este fato pode ser comprovado ao observar a Figura 22, em que são demonstrados os braços ventrais, em aumento de 40x, dos otólitos de 3 indivíduos de *T. albacares* de diferentes tamanhos (48, 90 e 132 cm de CF). A metodologia adotada revelou-se eficiente para a preparação das leituras dos microincrementos diários de otólitos, com as leituras sendo realizadas preferencialmente na margem externa do braço ventral, com aumento de 1000x (Fig.23).

Tabela 10: Resultado da análise de variância (ANOVA) das regressões Comprimento do Otólito (CO) e Campo de Contagem (CC) com o comprimento furcal (CF) de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

Equação	Intercepto (a)	Coef. Angular (b)	R <sup>2</sup>	F-teste
CO=a+b.CF	-56,68	14,08	0,87	608
CC=a+b.CF	-13,9	34,4	0,67	236,4

Gráfico 24: Modelo linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o comprimento do otólito e o comprimento furcal de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

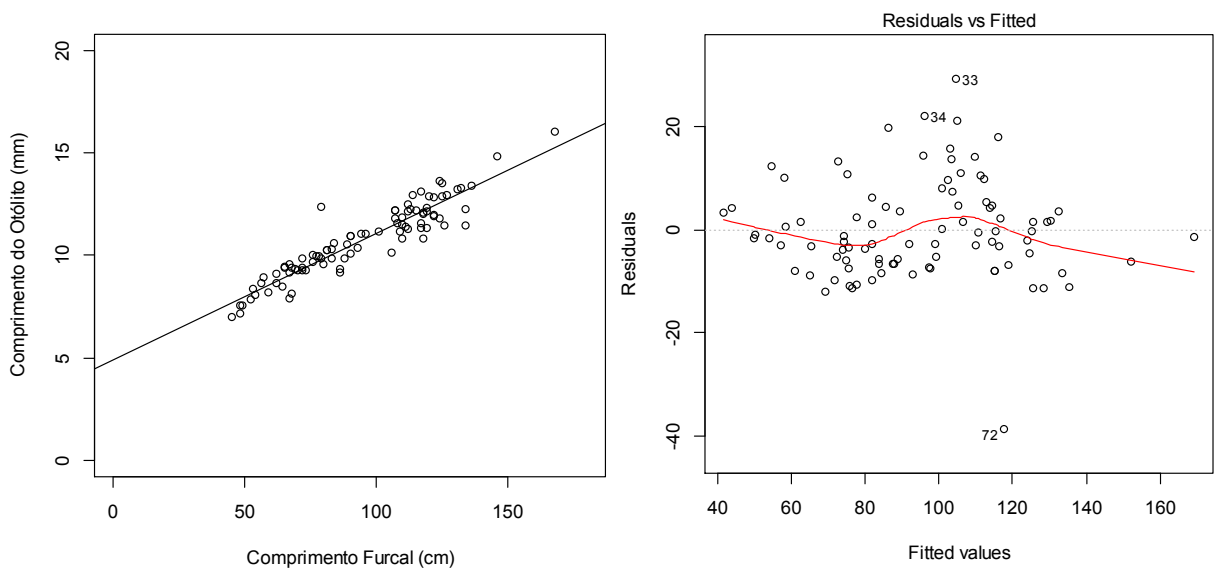


Gráfico 25: Modelo não linear e respectiva análise de resíduos para a relação entre o peso e comprimento do otólito de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

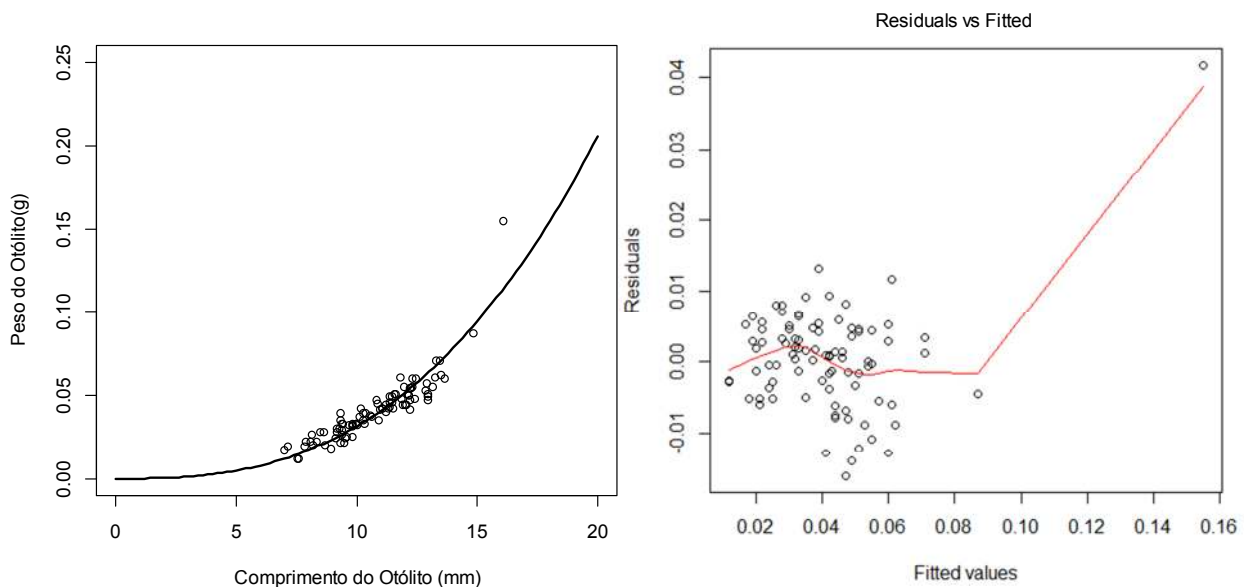


Gráfico 26: Modelo linear da relação entre o campo de contagem total e o comprimento furcal e a variação dos campos de contagens C1 e C2 de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

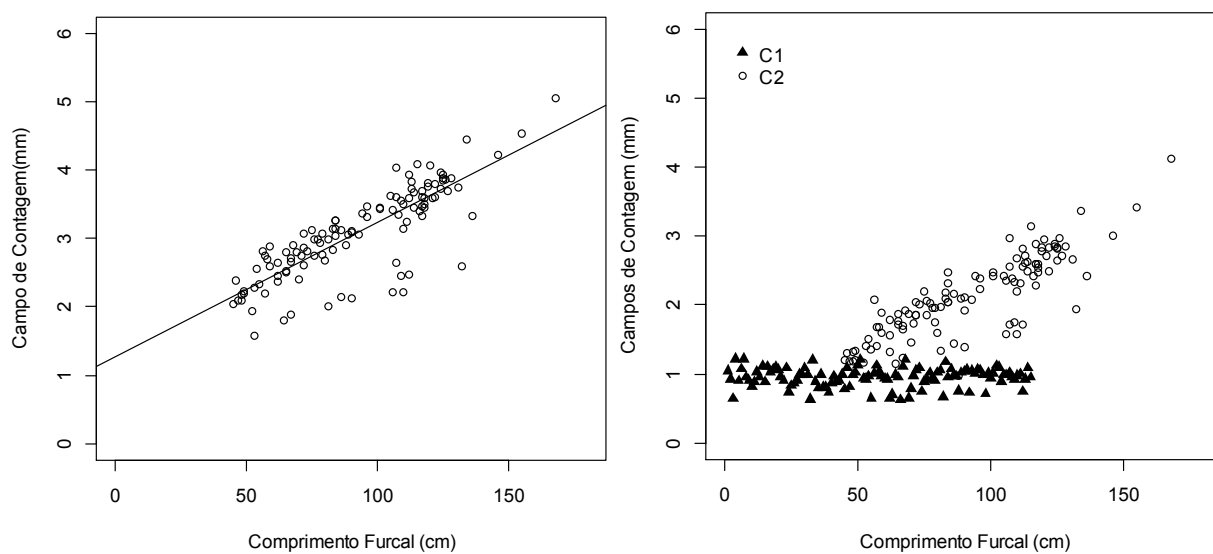


Figura 22: Braços ventrais dos otólitos de indivíduos de *Thunnus albacares* capturados no Atlântico Oeste Equatorial com 48, 90 e 132 cm de CF, respectivamente.

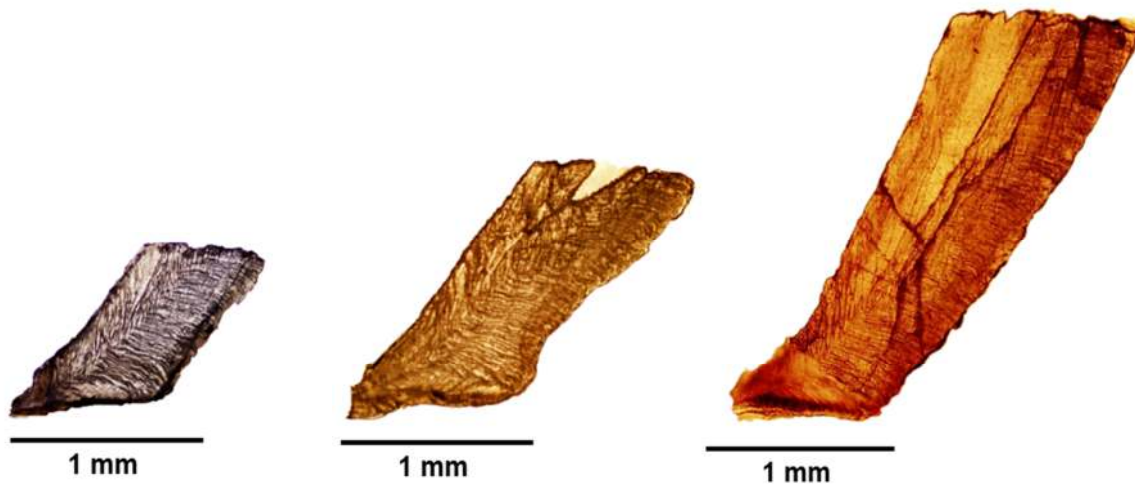
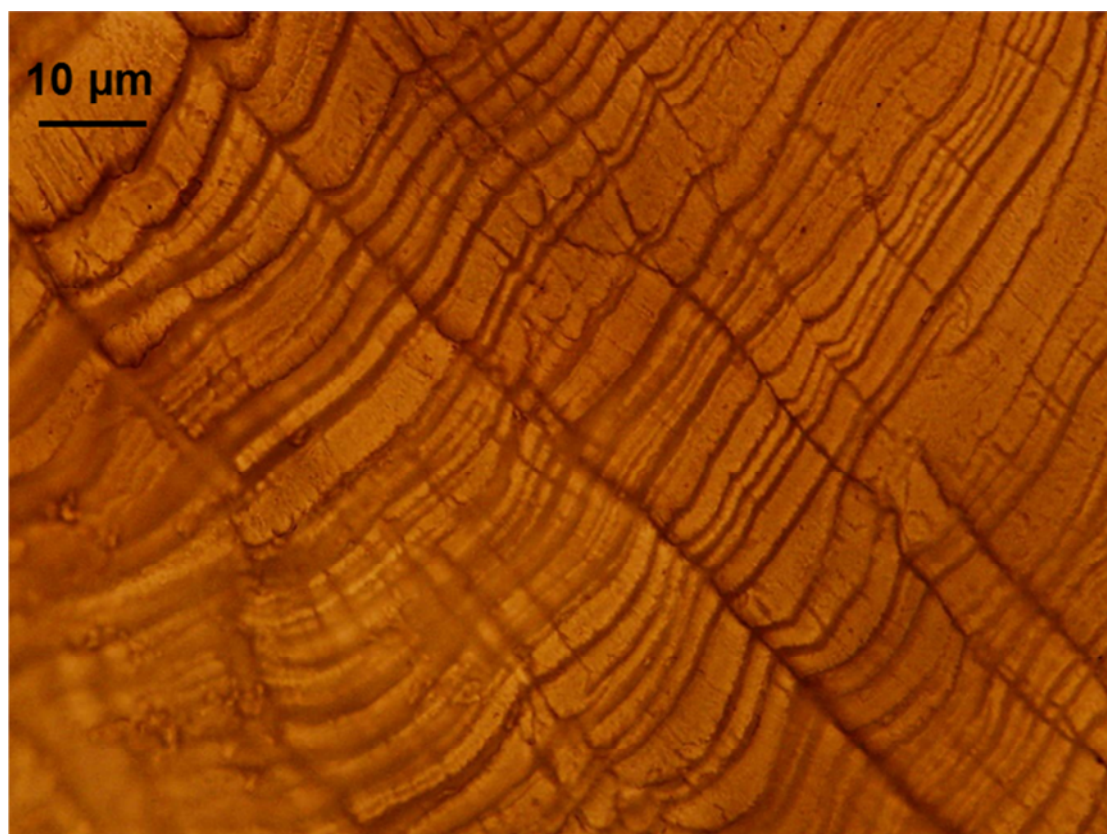
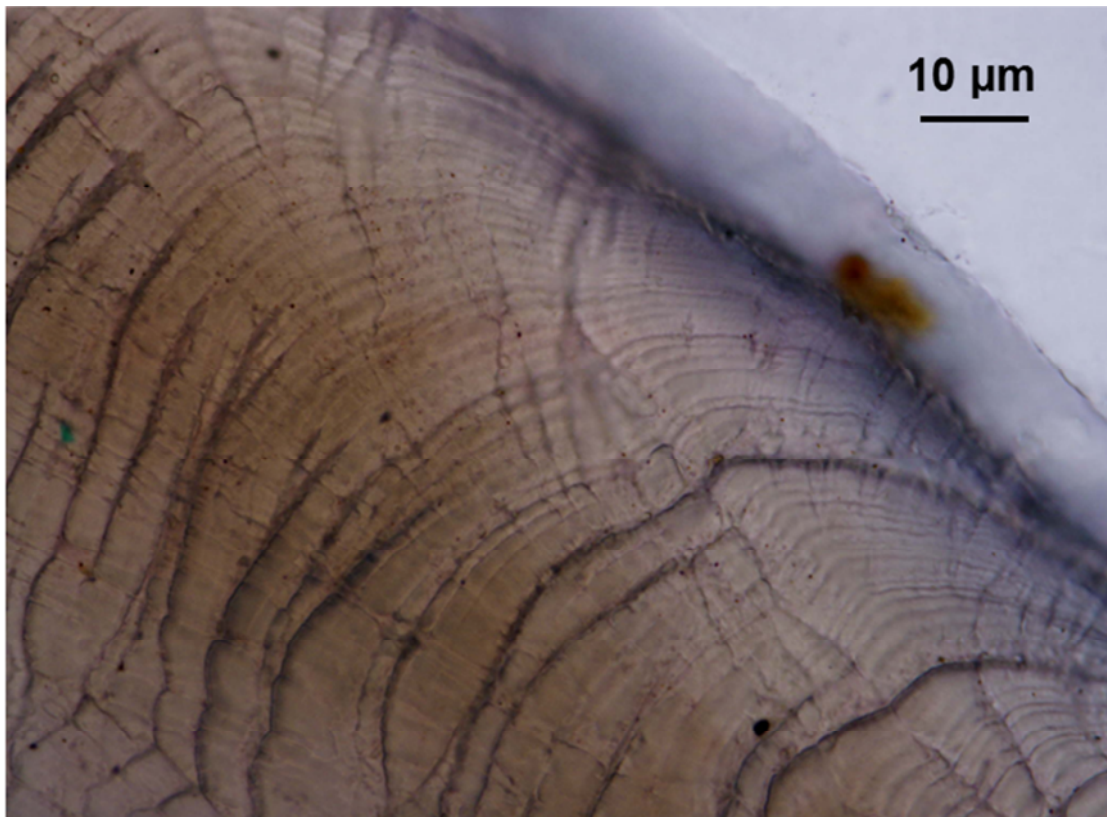


Figura 23: Imagens ampliadas (1000x) das secções transversais de otólitos de indivíduos da albacora laje *Thunnus albacares* com 125 (superior) e 132 (inferior) cm de CF, apresentando o padrão de deposição dos microincrementos diários.



### **3.2.3 Ajuste e Seleção dos Modelos de Crescimento**

Os resultados com os parâmetros encontrados para cada modelo, por meio das leituras dos microincrementos diários dos otólitos (Fig. 23) para os dados agrupados e por sexo são apresentados na Tabela 11, juntamente com os seus respectivos erros padrão e intervalos de confiança. Os ajustes das curvas para cada modelo estão apresentados no Gráfico 27 para os dados agrupados e no gráfico 28 para os dados por sexo separados. Além disso, a curva ajustada ao modelo de von Bertalanffy para cada sexo está apresentada no gráfico 29.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 12, o menor valor de AIC foi atribuído ao modelo de Gompertz, para os dados agrupados, com os modelos Logístico e de von Bertalanffy apresentando um suporte essencial em função das diferenças ( $\Delta_i$ ) de AIC em relação ao  $AIC_{\min}$ . Para machos e fêmeas os menores valores foram apresentados pelos modelos de von Bertalanffy e Gompertz, respectivamente, e além disso, baseado nas diferenças de AIC, os demais modelos apresentaram suporte considerado essencial.

Com base nos pesos dos modelos selecionados o valor de  $\bar{L}_{\infty}$  foi calculado em 166,6 cm para os dados agrupados, 171,14 cm para os machos e 155,38 cm para as fêmeas. Através do teste de verossimilhança, não foi observada diferença significativa entre sexos para os parâmetros de crescimento ajustados ao modelo de von Bertalanffy a partir das leituras dos microincrementos (Tab. 13).



Tabela 11: Parâmetros calculados para os modelos de crescimento (VB: von Bertalanffy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico) de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial a partir dos microincrementos diários em otólitos com os dados agrupados e por sexo, acompanhados das estimativas do erro padrão e intervalos de confiança (I.C).

Dados	Parâmetro	Modelo	Valor do Parâmetro	Erro Padrão	I.C 95% Inferior	I.C 95% Superior
Agrupados	$L_{\infty}$ (cm)	VB	187,41	19,58	148,52	226,30
		GOMP	163,04	9,9	143,37	182,7
		LOG	153,16	7,16	138,94	167,39
	k (ano <sup>-1</sup> )	VB	0,47	0,1	0,26	0,68
		GOMP	0,91	0,12	0,67	1,15
		LOG	1,36	0,14	1,08	1,64
	$t_0$ (ano)	VB	0,11	0,1	-0,1	0,31
		GOMP	0,93	0,06	0,8	1,07
		LOG	1,25	0,08	1,1	1,41
Machos	$L_{\infty}$ (cm)	VB	185,44	25,61	133,59	237,29
		GOMP	167,12	14,28	138,21	196,02
		LOG	158,79	10,48	137,57	180,02
	k (ano <sup>-1</sup> )	VB	0,47	0,16	0,15	0,79
		GOMP	0,82	0,17	0,46	1,18
		LOG	1,18	0,2	0,77	1,58
	$t_0$ (ano)	VB	0,07	0,2	-0,33	0,48
		GOMP	0,92	0,1	0,72	1,11
		LOG	1,29	0,12	137,57	1,54
Fêmeas	$L_{\infty}$ (cm)	VB	170,54	35,16	99,37	241,72
		GOMP	152,09	19,29	113,02	191,15
		LOG	143,85	14,02	115,47	172,23
	k (ano <sup>-1</sup> )	VB	0,62	0,3	0,009	1,22
		GOMP	1,09	0,33	0,41	1,77
		LOG	1,56	0,37	0,8	2,32
	$t_0$ (ano)	VB	0,25	0,22	-0,2	0,69
		GOMP	0,88	0,1	0,67	1,09
		LOG	1,15	0,13	0,89	1,41

Tabela 12: Valores de AIC, diferenças de AIC ( $\Delta_i$ ) e pesos de AIC ( $w_i$ ) para os modelos de crescimento baseados nos microincrementos diários de otólitos de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial (VB: von Bertalanffy; GOM: Gompertz; LOG: Logístico).

Dados	Modelo	AIC	$\Delta_i$	$w_i$ (%)
Agrupados	VB	209,65	0,66	28
	GOM	208,99	0	39
	LOG	209,32	0,33	33
Machos	VB	94,09	0	35,6
	GOM	94,16	0,07	34,4
	LOG	94,43	0,34	30
Fêmeas	VB	95,13	0,1	32,6
	GOM	95,03	0	34,3
	LOG	95,1	0,07	33,1

Gráfico 27: Curvas de crescimento de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos (VB: von Bertalanffy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico).

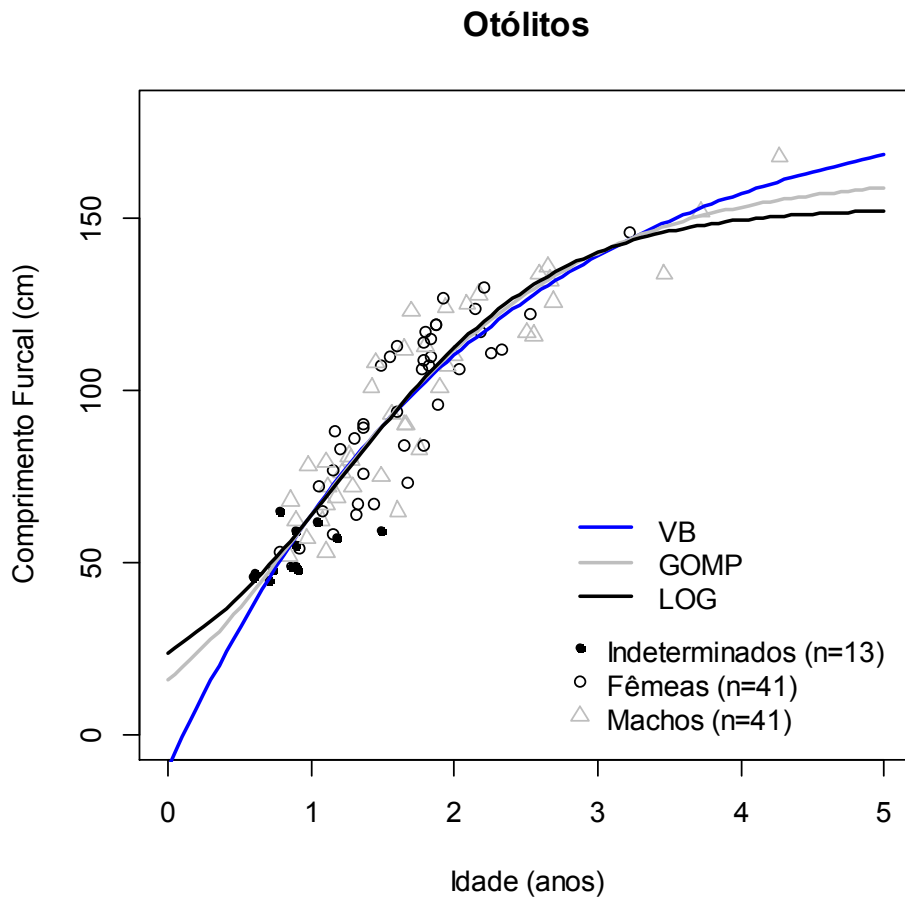
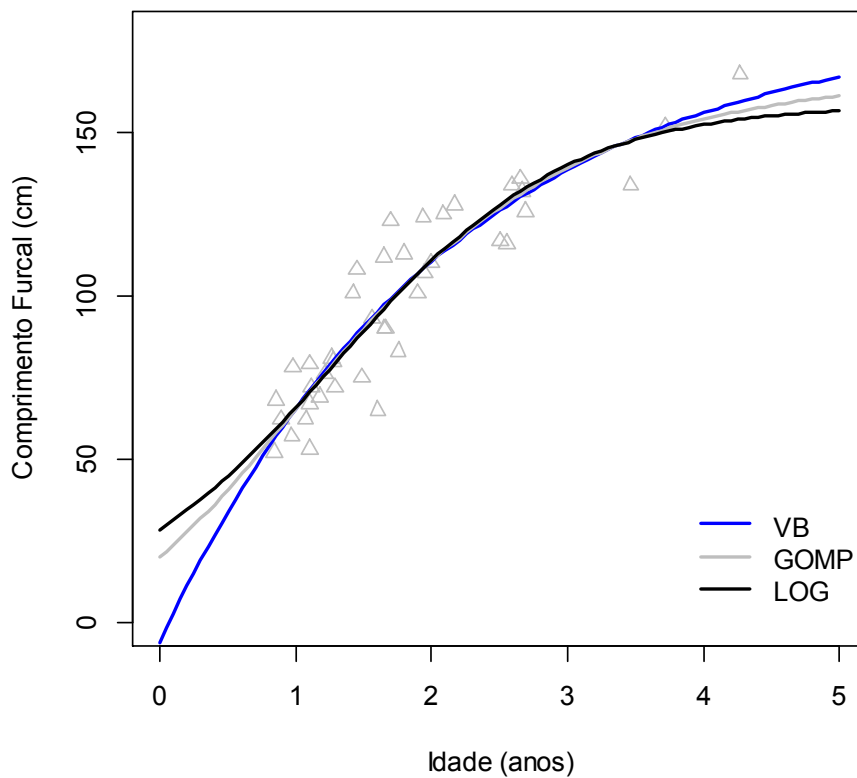


Gráfico 28: Curvas de crescimento de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos agrupados por sexo (VB: von Bertallanfy; GOMP: Gompertz; LOG: Logístico).

### Otólitos - Machos



### Otólitos - Fêmeas

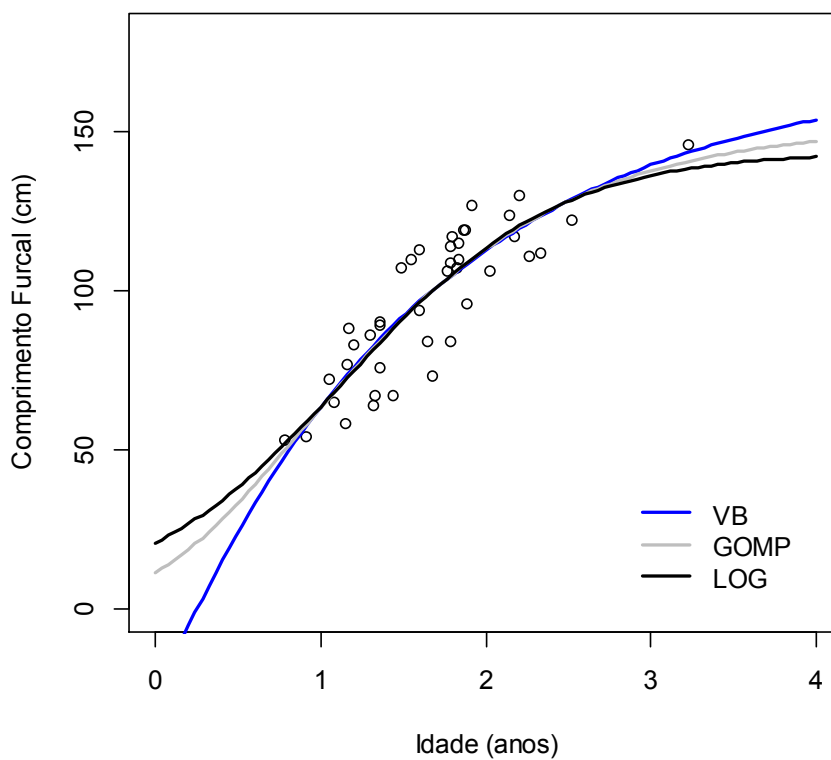
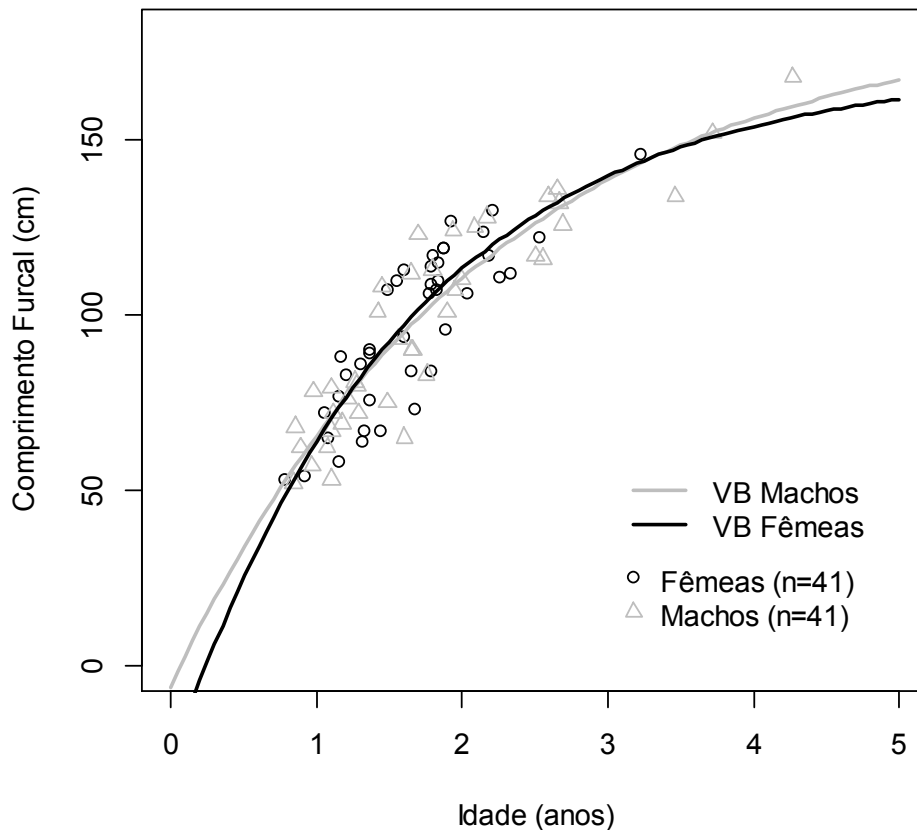


Tabela 13: Resultado do teste de verossimilhança para as diferenças entre os parâmetros do modelo de von Bertalanffy baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos por sexo de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

Hipótese Nula	Grau de Liberdade	$\chi^2$	p-valor
$L_{\infty\delta} = L_{\infty\eta}$	1	0,11	0,74
$k_{\delta} = k_{\eta}$	1	0,2	0,65
$t_{0\delta} = t_{0\eta}$	1	0,32	0,57
$L_{\infty\delta}, k_{\delta}, t_{0\delta} = L_{\infty\eta}, k_{\eta}, t_{0\eta}$	3	0,51	0,92

Gráfico 29: Curva de crescimento ajustada ao modelo de von Bertalanffy baseadas nas leituras dos microincrementos diários nos otólitos por sexo de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial (VB: von Bertalanffy).

#### Otólitos - VB por sexo



### 3.3 Índices de Desempenho de Crescimento

Os valores do Índice de desempenho de crescimento ( $\Phi'$ ), calculados a partir dos parâmetros encontrados para o modelo de von Bertalanffy por meio dos dados dos espinhos dorsais e microincrementos diários de otólitos estão apresentados na Tabela 14, juntamente com os principais estudos de idade e crescimento de *T. albacares* no Atlântico, demonstrando que os resultados obtidos se encontram dentro dos valores encontrados por outros autores.

Tabela 14: Parâmetros de crescimento ( $L_{\infty}$  e  $k$ ) e Índice de desempenho do crescimento ( $\Phi'$ ) de *Thunnus albacares* a partir dos principais estudos realizados no Oceano Atlântico e no presente estudo.

Autor (Ano)	Método	Parâmetros		$\Phi'$
		$L_{\infty}$	$k$	
Fonteneau (1980)	Marcação	189	0,5	4,25
Le Guen e Sagakawa (1973)	Freq. Comprimento	194,8	0,35	4,12
Myabe (1984)	Marcação	183,9	0,56	4,28
Daraganick e Pelczarski (1984)	Espinhos Dorsais	192,4	0,37	4,14
Manooch e Hinckley (1991)	Vertebras	172	0,21	3,8
Gascuel <i>et al.</i> (1992)	Freq. Comprimento	194,8	0,41	4,19
Driggers <i>et al.</i> (1999)	Microincrementos	237,15	0,316	4,25
Lessa e Duarte-Neto (2004)	Espinhos Dorsais	233,16	0,258	4,15
Shuford <i>et al.</i> (2007)	Microincrementos	245,5	0,281	4,23
Presente Estudo (2013)	Espinhos Dorsais	247,29	0,19	4,06
Presente Estudo (2013)	Microincrementos	187,41	0,47	4,21

#### 4. DISCUSSÃO

Secções de espinhos dorsais como estruturas para estimativa dos parâmetros de crescimento possuem as vantagens de ser rapidamente preparadas e de fácil leitura, mas, por outro lado, os anéis de crescimento iniciais podem ser perdidos em indivíduos de maior porte devido ao aumento da zona vascularizada (COMPÉAN-JIMENEZ; BARD, 1983; SUN *et al.*, 2001; LESSA; DUARTE-NETO, 2004).

Os resultados dos parâmetros ajustados ao modelo de von Bertalanffy obtidos a partir das leituras dos espinhos dorsais podem ser considerados satisfatórios por se apresentarem próximos dos valores obtidos através de diferentes técnicas por outros autores no Atlântico (*e.g.*, DRIGGERS; GREGO; DEAN, 1999; LESSA; DUARTE-NETO, 2004; SHUFORD *et al.*, 2007), bem como, são próximos do valor observado no sumário da espécie *T. albacares*, disponível no sítio eletrônico FishBase (FROESE; PAULY, 2013), cujo o comprimento máximo registrado corresponde a um macho com 239 cm de CF para uma idade máxima estimada em 9 anos.

Porém, através do critério de informação de Akaike (AIC) apenas os modelos Logístico e de Gompertz apresentaram suporte essencial no processo de estimativa do comprimento assintótico médio ( $\bar{L}_{\infty}$ ), apresentando valores pouco abaixo do que fora apresentado por Katsanevakis (2006), que ao ajustar os comprimentos médios de *T. albacares* a cinco modelos de crescimento, a partir dos dados dos espinhos dorsais apresentados por Lessa e Duarte-Neto (2004), identificou o modelo de Gompertz como mais importante e, a partir dos pesos de AIC dos demais modelos com suporte, estimou o comprimento assintótico médio em 197,51 cm de CF.

Além disso, convém ressaltar que os valores observados no presente estudo podem sofrer uma forte influência da estrutura de comprimentos característica de cardumes associados, composta principalmente por juvenis (FONTENEAU, 2000; DAGORN *et al.* 2012). Para Duarte-Neto, Higa e Lessa (2012) tal característica gera uma curva de crescimento onde as altas taxas de crescimento apresentadas nas fases iniciais do ciclo vital são extrapoladas para as demais classes de idades, resultando em um baixo valor de  $L_{\infty}$  e alto valor de  $k$ .

Embora o processo de preparação e leitura dos otólitos tenha demandado maior atenção e tempo, os resultados dos parâmetros de crescimento oriundos das leituras dos microincrementos diários também podem ser considerados satisfatórios, principalmente em relação à determinação do padrão de crescimento dos indivíduos das menores classes de comprimento, caracteristicamente encontrados em cardumes associados. Mesmo com os valores de comprimento assintótico ( $L_{\infty}$ ) aparentando ser relativamente menores que os estimados a partir dos espinhos dorsais, ainda assim, se encontram dentro da amplitude de valores observada por outros autores que utilizaram a mesma técnica (e.g., UCHIYAMA; STRUHSAKER, 1981; WILD, 1986; LEHODEY; LEROY, 1999). Além disso, o comprimento assintótico médio ( $\bar{L}_{\infty}$ ) se aproxima dos maiores valores observados na área de estudo, os quais corresponderam a 174 cm CF para machos e 149 cm CF para fêmeas.

Em relação às estruturas calcificadas utilizadas na estimativa da idade em atuns, Gunn *et al.* (2008) verificaram para *T. maccoyii* que as escamas fornecem estimativas confiáveis apenas para os juvenis de até 4 anos, enquanto que as vertebrae e otólitos apresentaram leituras similares em indivíduos até 10 anos, porém, nos indivíduos mais velhos, apenas os otólitos forneceram leituras mais consistentes. Além disso, Farley *et al.* (2013), ao analisarem as estimativas de idade a partir dos otólitos e espinhos dorsais dos mesmos indivíduos de *T. alalunga* provenientes do Pacífico Sul, verificaram diferenças significativas entre as mesmas, atribuindo tal fato possivelmente ao processo de vascularização e absorção das bandas de crescimento dos estágios iniciais nos espinhos.

Entretanto, as maiores dificuldades em relação à técnica dos microincrementos diários consistem na leitura dos otólitos de indivíduos maiores do que 120 cm, para os quais Stequert e Conand (2004) recomendam a utilização de Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), através do qual é possível obter magnificações na ordem de até 2500x. Portanto, deve-se ressaltar a possibilidade de que a inclusão de indivíduos de maior porte e uma possível análise por meio de MEV possam introduzir modificações nas estimativas dos parâmetros de crescimento apresentadas.

Desta forma, Shuford (2007) observou que a maioria dos indivíduos de *T. albacares* maiores que 120 cm CF apresentava porções calcificadas nos otólitos que

obstruíam a leitura dos microincrementos e Stequert, Panfili e Dean (1996) verificaram, através de imagens obtidas com MEV, que alguns microincrementos se sobrepõem internamente nos otólitos, embora tenham considerado adequada a técnica de visualização das secções transversais para *T. albacares* com microscópio óptico.

Os valores dos parâmetros obtidos a partir dos dados dos microincrementos diários nos otólitos de *T. albacares* separados por sexo, indicam que os machos atingem tamanhos maiores do que as fêmeas, porém com menores taxas de crescimento ( $k$ ), indicando que os mesmos crescem mais lentamente. Entretanto, embora tenha sido observada uma diferença entre o tamanho máximo de machos e fêmeas, através do teste de verossimilhança não foram registradas diferenças significativas entre os parâmetros de ambos os sexos ajustados ao modelo de von Bertalanffy.

Por outro lado, Wild (1986) em estudo sobre idade e crescimento de *T. albacares* no Pacífico Oriental observou diferença significativa entre as curvas para sexos distintos, assim como Lehodey e Leroy (1999), com os espécimes coletados no Pacífico Central e Ocidental, observaram uma perfeita superposição das curvas de crescimento para ambos os sexos até a faixa de 120 cm CF, divergindo a partir desse ponto, fato que, segundo os mesmos, possivelmente ocorre devido à sub-representação das frequências amostrais e a uma possível mortalidade diferenciada entre sexos, acarretando em grandes dificuldades para se estimar o  $L_{\infty}$  de fêmeas.

A aplicabilidade do Índice de desempenho do crescimento ( $\Phi'$ ) tem uma conotação comparativa que serve para determinar a relatividade existente entre os parâmetros e sendo possível avaliar a confiabilidade do ajuste das equações do crescimento (FONTELES-FILHO, 2011). Comparando os dados obtidos neste trabalho com os demais realizados no Atlântico, observa-se que os maiores valores do índice ( $\Phi'$ ) são registrados para os estudos com base nos microincrementos diários em otólitos.

Da mesma forma, Rohit, Rao e Rammohan (2012) verificaram que o maior valor do índice ( $\Phi'$ ) de *T. albacares* no Pacífico Ocidental foi obtido para o estudo com base na análise de microincrementos nos otólitos realizado por Lehodey e Leroy (1999). Enquanto, Zhu *et al.* (2011) com base diversos estudos realizados sobre idade e crescimento de *T. albacares* no Pacífico, mostraram que os menores



valores do índice ( $\Phi'$ ) foram observados para estudos a partir de dados de distribuição de frequência de comprimentos e os maiores valores a partir de dados dos microincrementos em otólitos. Por outro lado, utilizando o mesmo procedimento, para *T. obesus* no Atlântico, Duarte-Neto, Higa e Lessa (2012) verificaram que os maiores e menores valores do índice ( $\Phi'$ ) foram estimados a partir de dados da distribuição de frequência de comprimento e das técnicas de identificação de anéis etários em estruturas calcificadas, respectivamente.

Portanto, podemos concluir que ambas as técnicas utilizadas são eficientes na estimativa dos parâmetros de crescimento de *T. albacares*, porém a técnica baseada nos microincrementos diários nos otólitos fornece uma descrição mais detalhada sobre o crescimento da espécie, principalmente nas fases iniciais de seu ciclo vital. Além disso, o procedimento de seleção dos modelos através do critério de informação de Akaike (AIC) demonstrou ser eficiente, resultando em valores de ( $\bar{L}_\infty$ ) aproximados para ambas as técnicas.

## **CAPÍTULO V - HÁBITOS ALIMENTARES DA ALBACORA BANDOLIM *Thunnus obesus* E DA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares* EM CARDUMES ASSOCIADOS NO ATLÂNTICO OESTE EQUATORIAL.**

### **1. INTRODUÇÃO**

A forte associação de peixes pelágicos aos DAPs pode levar a uma modificação dos hábitos alimentares (DEMPSTER, 2004). Portanto, o papel dos objetos flutuantes e dispositivos atratores de peixes na ecologia dos atuns, especialmente sua ecologia alimentar, requer a criação de uma sólida base de dados, devendo ser uma das prioridades no campo da pesquisa (DAGORN *et al.*, 2012).

Estudos comparativos sobre os hábitos alimentares de predadores do topo da cadeia e inferências sobre o compartilhamento dos recursos entre os mesmos fornecem elementos básicos para um modelo de gerenciamento baseado no ecossistema (POTIER *et al.*, 2007). Dentre os estudos sobre biologia de peixes associados a DAPs, pesquisas relacionadas com a dieta dos mesmos são comparativamente escassas (MÉNARD *et al.*, 2000; DEMPSTER e TAQUET, 2004; JAQUEMET; POTIER; MÉNARD, 2011).

Embora existam diversos estudos sobre alimentação de atuns tropicais, pouco se sabe sobre os hábitos alimentares das menores classes de comprimento, as quais são predominantes em comunidades no entorno de objetos flutuantes (GRAHAM *et al.*, 2007). Ainda existem consideráveis incertezas a respeito de interações competitivas que possam existir entre espécies, com total ausência de estudos que analisem as relações interespecíficas na dieta de peixes associados aos DAPs (DEUDERO, 2001).

Em função da grande concentração de programas de DAPs nos oceanos Pacífico e Índico, a maioria dos estudos sobre a alimentação de atuns associados a tais dispositivos provém destas regiões. Hunter e Mitchel (1966) analisaram o conteúdo estomacal da albacora laje e bonito listrado associados a objetos derivantes naturais na Costa Rica. Yesaki (1983) caracterizou a dieta da albacora laje associada a DAPs artesanais nas Filipinas. No Havaí, Brock (1985) descreveu a dieta da albacora laje associada a DAPs, Grubbs, Holland e Itano (2002) e Holland

*et al.* (2003) compararam a dieta da albacora laje e albacora bandolim em cardumes livres e associadas a bancos oceânicos e DAPs costeiros e oceânicos, enquanto Graham *et al.* (2007) analisaram a variação ontogenética na dieta da albacora laje. Jaquemet, Potier e Ménard (2011) analisaram as diferenças entre os hábitos alimentares de atuns associados a DAPs derivantes e ancorados no Oceano Índico. Malone *et al.* (2011) analisaram a dieta da albacora laje, cavala empinge e dourado associados a DAPs derivantes no Índico Ocidental.

No oceano Atlântico, a maioria dos trabalhos foi realizada a partir das operações com pesca de cerco na porção oriental, próxima ao continente africano. Ménard *et al.* (2000) analisaram a ecologia alimentar de atuns associados a DAPs derivantes no Atlântico Oriental e Ménard *et al.* (2000) compararam os hábitos alimentares de cardumes associados a DAPs derivantes com os hábitos de cardumes livres.

Diante do exposto, o presente trabalho tem o objetivo de analisar os hábitos alimentares da albacora laje e albacora bandolim em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial e identificar as possíveis interações interespecíficas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Coleta de Material Biológico**

As coletas foram realizadas em 9 embarques no período entre Janeiro de 2011 e Dezembro de 2012. Logo após a captura, foi realizada a biometria com um paquímetro de 2 m e precisão de 1 cm, para a obtenção do comprimento furcal, e em seguida, no momento da evisceração, os estômagos eram removidos e armazenados em sacos plásticos devidamente etiquetados e imersos em formol 10% para posterior análise laboratorial.

### **2.2 Procedimento em Laboratório e Análise de Dados**

#### **2.2.1 Índice de Repleção Estomacal**

Em laboratório, os estômagos foram lavados em água corrente, em seguida foram dissecados e analisados primeiramente quanto ao Índice de Repleção Estomacal (IRE), de forma subjetiva, seguindo as seguintes classificações: vazio, 25% preenchido, 50% preenchido, 75% preenchido e cheio. Com o objetivo de se obter inferências sobre o período alimentar das espécies, o IRE foi agrupado por período do dia (Madrugada - 0 a 6 h; Manhã - 6 a 12 h; Tarde - 12 a 18 h; Noite – 18 a 24 h).

### **2.2.2 Composição das Dietas**

Logo após a dissecação dos estômagos as presas foram classificadas de acordo com o grande grupo taxonômico ao qual pertenciam. No caso dos peixes, as mesmas foram agrupadas por famílias, com os cefalópodes e crustáceos compondo os outros grandes grupos. A identificação taxonômica foi realizada até o menor nível permitido, por meio de guias de identificação apropriados (FIGUEREDO; MENEZES, 2000; VASKE-JR; COSTA, 2011; CARPENTER, 2002; JEREB; ROPER, 2010), sítios eletrônicos especializados (FISHBASE; WORMS) e com o auxílio de pesquisadores especialistas em cefalópodes e crustáceos, mais especificamente os professores Teodoro Vaske-Jr. e Luís Ernesto A. Bezerra, respectivamente.

Os itens eram então quantificados e pesados em balança analítica com precisão de 0,001g, para os itens de menor porte, e balança digital com capacidade de 5 kg e precisão de 0,01g para os itens de maior porte. Para a análise de composição da dieta foi observada o percentual de frequência de ocorrência (% FO) dos itens alimentares, ou seja, o número de estômagos nos quais o item ocorreu dividido pelo número de estômagos com conteúdo, o percentual em peso, o qual corresponde ao peso do item alimentar dividido pelo peso de todos os itens encontrados, e a participação em número, que consiste no número de indivíduos de determinado item dividido pelo total de itens encontrados. De modo a evitar o erro de sobrestimativa, no caso dos bicos de lulas, foram contabilizados apenas os itens que continham tecido corporal significativa. Estômagos que continham iscas e engodo não foram contabilizados também.

O nível de importância na dieta foi determinado pela posição no ranking do Índice de Importância Relativa (IIR), modificado de Pinkas *et al.* (1971) e

calculado a partir dos dados de frequência de ocorrência, porcentagem em número e peso e dos itens de acordo com a fórmula:

$$\text{IIR} = \%F.O \times (\%N + \%P)$$

Onde: %N = porcentagem em número dos itens alimentares; %P = porcentagem em peso dos itens alimentares; %F.O. = porcentagem em frequência de ocorrência dos itens alimentares.

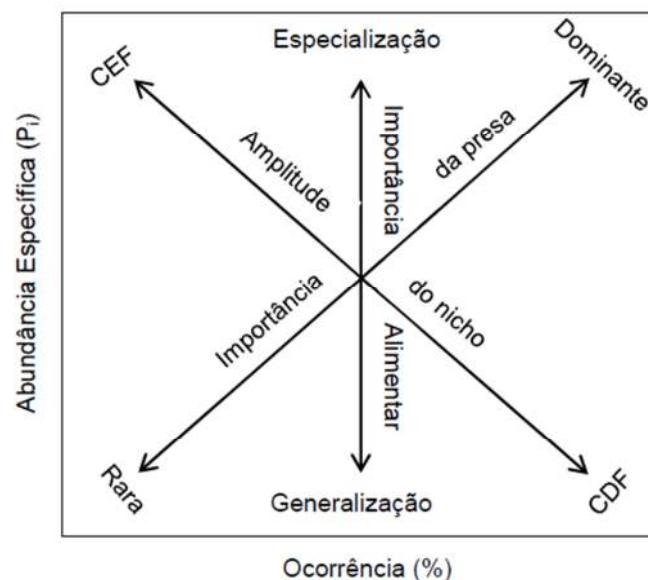
### 2.2.3 Estratégia Alimentar

A estratégia alimentar foi determinada a partir do método gráfico desenvolvido por Costello (1990), e modificado por Amundsen, Gabler e Staldvickk (1996), o qual consiste em uma representação bidimensional (Fig. 24) da abundância específica ( $P_i$ ) de cada item alimentar pela frequência de ocorrência (%FO), em função do número de estômagos com conteúdo:

$$P_i = (\sum S_A / \sum S_{tA}) \times 100$$

Onde:  $P_i$  – abundância específica;  $S_A$  – somatório do peso ou número da presa A;  $S_{tA}$  – somatório do peso ou número do total de presas ou peso nos estômagos onde foram encontradas as presas A.

Figura 24: Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen, Gabler e Staldvickk (1996). (CEF: componente entre fenótipos; CDF: componente dentro do fenótipo).



### 2.2.4 Sobreposição das dietas

Os indivíduos de *T. obesus* e *T. albacares* foram classificados em juvenis 1 ( $\leq 90$  cm CF), sub adultos ( $> 90$  cm CF e  $\leq 130$  cm CF) e adultos ( $>130$  cm CF) com a finalidade de verificar o grau de sobreposição das dietas entre espécies e identificar as variações ontogenéticas de cada espécie foi utilizado o Índice Quantitativo de Similaridade de Horn ( $C_{mh}$ ) por meio da função *dietoverlap* inserida no pacote 'FSA - Fisheries Stock Analysis' (OGLE, 2013) disponível no software R (R Core Team, 2013), o qual é calculado pela seguinte fórmula:

$$C_{mh} = \frac{2 \sum_{i=1}^S a n_i \times b n_i}{(da + db) + (aN \times bN)}$$

$$\text{Onde: } da = \frac{\sum_{i=1}^S a N_i^2}{aN^2} \text{ e } db = \frac{\sum_{i=1}^S b N_i^2}{bN^2}$$

Onde: S – número total de presas na dieta de ambos os predadores; aN – número total de presas na dieta do predador a; bN – número total de presas na dieta do predador b;  $a n_i$  – número de indivíduos da presa *i* na dieta do predador A;  $b n_i$  – número de indivíduos da presa *i* na dieta do predador B.

As dietas foram comparadas aos pares e o  $C_{mh}$  varia de 0, quando as dietas são totalmente distintas a 1, quando as dietas são totalmente similares, com a sobreposição sendo considerada significativa para valores acima de 0,6.

### 2.2.5 Relação presa-predador

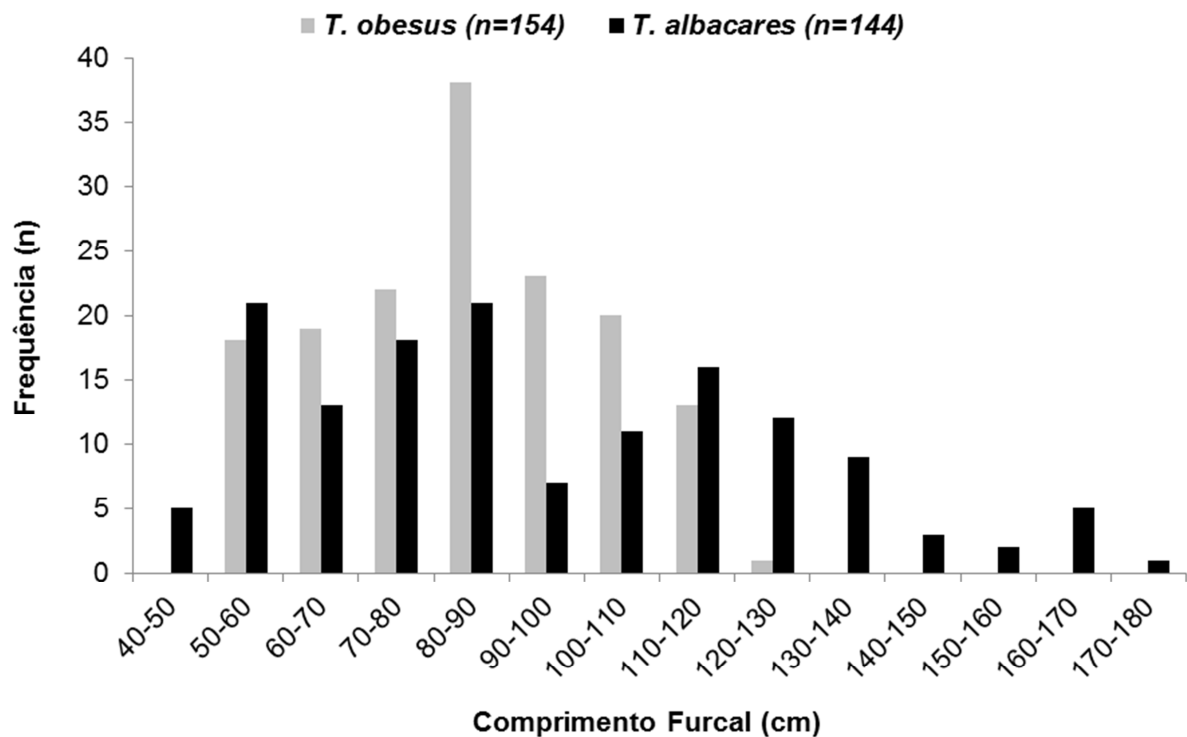
As presas em estágio menos avançado de digestão, com o formato do corpo inalterado tiveram seus tamanhos anotados (crustáceos - comprimento do cefalotórax; cefalópodes - comprimento do manto; peixes - comprimento total). O nível de correlação entre o tamanho da presa e o tamanho do predador foi analisado através do ajuste ao um modelo linear acompanhado das regressões dos quantis inferiores (5%) e superiores (95%) através do pacote *quantreg* (KOENKER, 2013), disponível no software R (R Core Team, 2013).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Morfometria dos Indivíduos

Foram amostrados 298 indivíduos, sendo 154 de *T. obesus*, cuja amplitude de comprimento furcal variou de 51 a 125 cm, com média de 85,2 cm e desvio padrão de 17,8 cm e 144 indivíduos de *T. albacares*, cuja amplitude de comprimento furcal variou de 43 a 174 cm, com média de 94,2 cm e desvio padrão de 32 cm (Graf. 30).

Gráfico 30: Distribuição de frequência por classe de comprimento dos indivíduos de *T. obesus* e *T. albacares* cujos estômagos foram analisados.



### 3.2 Índice de Repleção Estomacal (IRE)

Dos 154 estômagos de *T. obesus* analisados, 78 estavam vazios, 34 foram observados com apenas 25% preenchido, 14 continham 50%, 15 se apresentaram com 75% do estômago preenchido e 13 estavam completamente cheios. Ao mesmo tempo, dos 144 estômagos de *T. albacares* analisados, somente 25 estavam vazios, 54 foram observados com apenas 25% preenchido, 15 continham 50%, 23 se apresentaram com 75% preenchido e 27 estavam cheios (Graf.31).

Foram observadas as condições do Índice de Repleção Estomacal por período do dia para 86 indivíduos, dos quais 38 eram de *T. obesus* e 48 eram de *T. albacares*. Para *T. obesus* o principal período com maior número de indivíduos capturados foi pela manhã, com 21 indivíduos, dos quais 13 estavam com estômagos vazios e 7 continham apenas 25%. Porém no período noturno foram observados 3 indivíduos com estômago cheio e 2 com 75% preenchido.

Para *T. albacares*, o maior número de indivíduos observados foi capturado no período da madrugada, com 31 indivíduos, dos quais 12 estavam com estômagos vazios e 14 continham apenas 25% preenchido. O maior número de indivíduos com estômagos preenchidos foi observado no período da manhã, onde 2 indivíduos apresentavam estômago completamente cheio e 2 indivíduos apresentaram 75% preenchido (Graf.32).

Podemos, portanto, a partir das observações realizadas, inferir que as espécies, mesmo fazendo parte do mesmo cardume, apresentaram horários de atividade alimentar diferenciados, com *T. obesus* se alimentando preferencialmente ao longo do dia e *T. albacares* se alimentando preferencialmente entre a noite e a manhã, porém apresentando uma atividade alimentar mais intensa, em função da maior proporção de estômagos cheios e 75% preenchidos e menor proporção de estômagos vazios.



Gráfico 31: Índice de Repleção Estomacal observado para *T. obesus* e *T. albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.

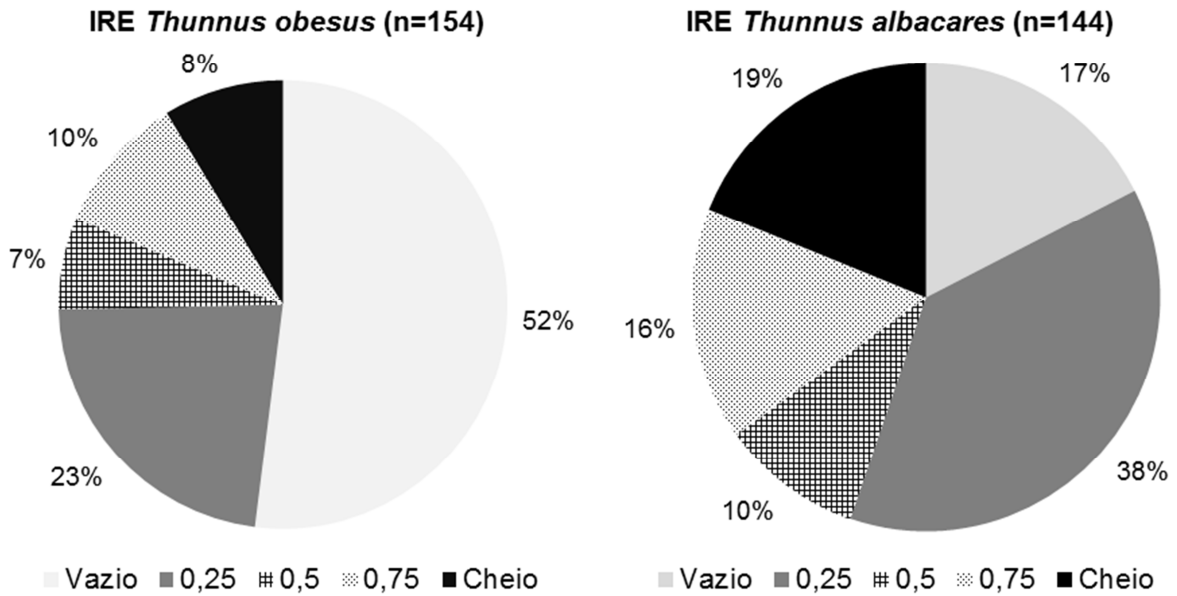
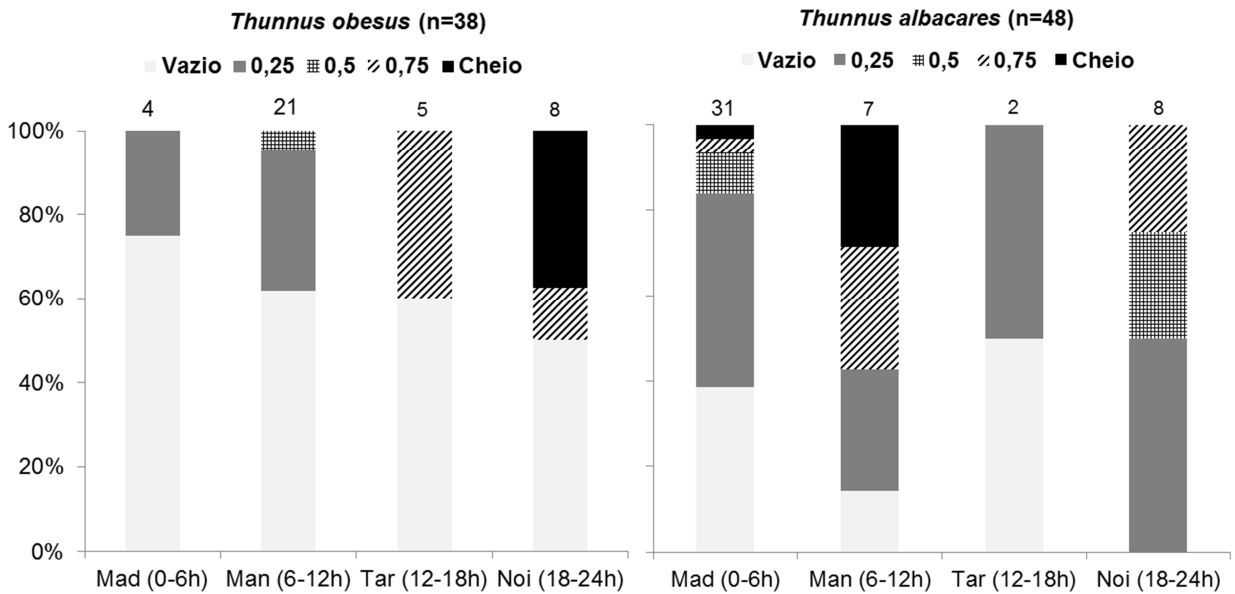


Gráfico 32: Variação do Índice de Repleção Estomacal por período do dia para *T. obesus* e *T. albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.



### 3.3 Composição das Dietas

Foram quantificadas 552 presas nos estômagos de *T. obesus*, as quais corresponderam a 2.992,9 kg e 743 presas nos estômagos de *T. albacares*, as quais corresponderam a 8.216,6 kg. O resultado do Índice de Importância Relativa (IIR) dos itens alimentares em função da participação em número, peso e frequência de ocorrência nas dietas de *T. obesus* e *T. albacares* são apresentados nas Tabelas 15 e 16, respectivamente. As dietas de ambas as espécies foram dominadas por peixes, sendo observadas 8 famílias na dieta de *T. obesus*, e 11 famílias na dieta de *T. albacares*. Foram observadas 2 e 3 famílias de cefalópodes nas dietas de *T. obesus* e *T. albacares*, respectivamente, assim como foram observadas 2 e 3 ordens de crustáceos nas dietas de *T. obesus* e *T. albacares*.

A partir dos valores do IIR na dieta de *T. obesus*, os peixes lanterna da família Myctophidae foram observados como principal item alimentar, explicado pela alta participação em número, acompanhados pelas cefalópodes, predominantemente da família Ommastrephidae, representada no eixo peso pelos indivíduos de *Ommastrephes bartramii* e no eixo número pelos indivíduos de *Ornithoteuthis antillarum*, dos peixes das famílias Bramidae e Nomeidae com relativa importância em peso e número, respectivamente, e dos crustáceos, os quais se destacaram pela alta frequência de ocorrência dos camarões Euphausiaceos (Graf.33).

Na dieta de *T. albacares* os principais itens alimentares foram os peixes voadores da família Exocoetidae, destacando-se pela alta participação em peso e frequência de ocorrência, seguidos pelos peixes lanterna da família Myctophidae, com altas participações em frequência de ocorrência e número, das lulas da família Ommastrephidae, especialmente pela grande participação em frequência de ocorrência e número dos indivíduos de *Ornithoteuthis antillarum*, dos peixes da família Bramidae com relativa participação em peso e dos crustáceos, representados principalmente pela alta participação em números das megalopas de Brachyura (Graf.33).

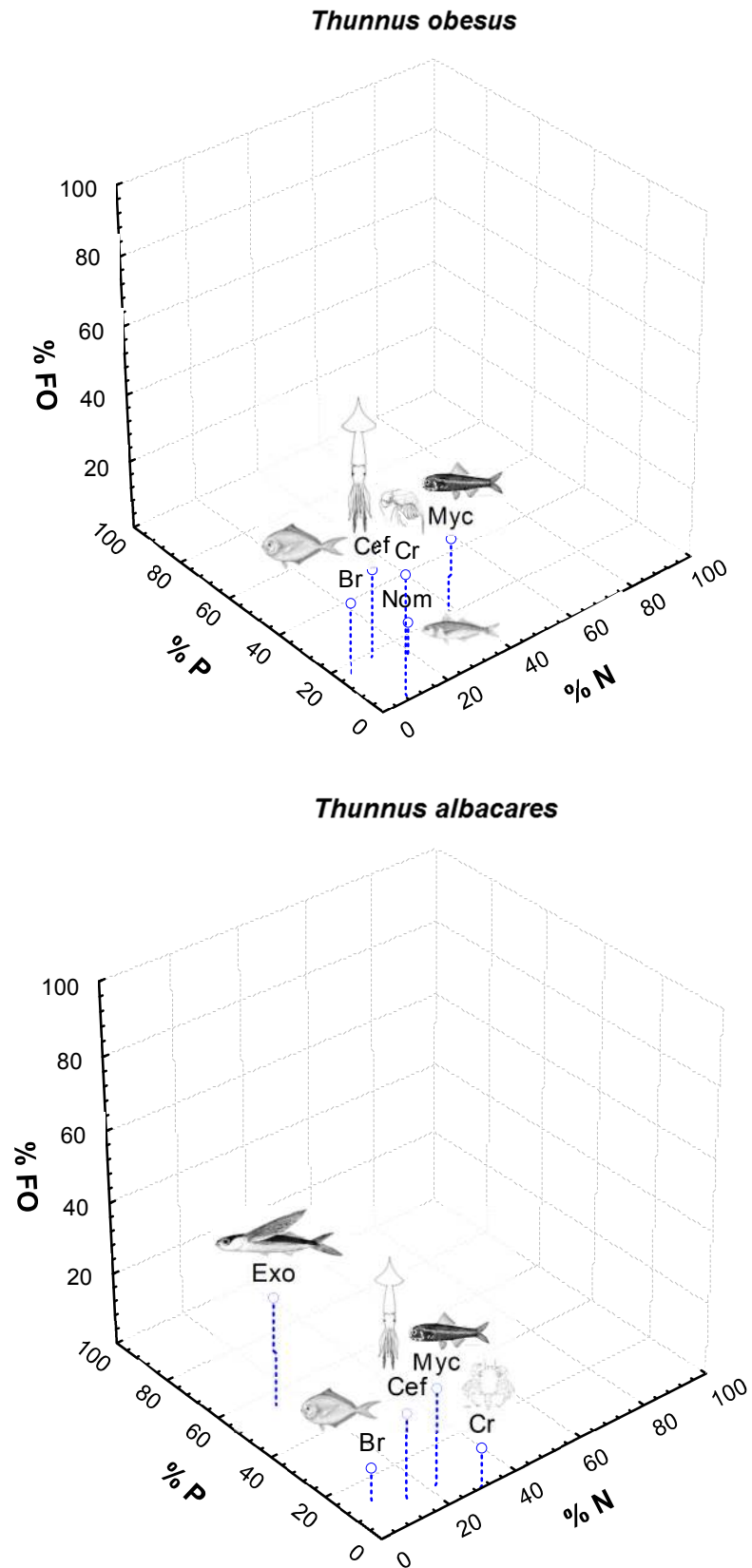
Tabela 15: Participação em número, peso e frequência de ocorrência e respectivo Índice de Importância Relativa (IIR) dos principais itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de *Thunnus obesus* no Atlântico Oeste Equatorial.

<b><i>Thunnus obesus</i> (n=154)</b>							
<b>Estômagos com conteúdo = 76</b>							
<b>Estômagos Vazios = 78</b>							
<b>Item Alimentar</b>	<b>N</b>	<b>% N</b>	<b>P</b>	<b>% P</b>	<b>FO</b>	<b>% FO</b>	<b>IIR</b>
PISCES	436	78,98	2.387,39	79,78	60	78,95	12.445,15
Myctophidae	209	37,79	608,28	20,22	17	22,36	1.297,89
Bramidae - <i>Brama caribbea</i>	20	3,79	493,45	16,41	16	21,05	421,63
Nomeidae - <i>Cubiceps sp.</i>	107	19,35	422,87	14,06	7	9,21	307,75
Exocoetidae - <i>Cypselurus sp.</i>	17	3,07	481,27	16,01	2	2,63	50,21
Tetraodontidae - <i>Diodon sp.</i>	17	3,07	196,42	6,53	3	3,94	37,92
Balistidae	8	1,44	13,62	0,45	4	5,26	9,99
Chauliodontidae	8	1,44	41,01	1,36	1	1,31	3,69
Dactylopteridae- <i>Dactylopterus sp.</i>	4	0,72	2,41	0,08	1	1,31	1,05
Peixes não identificados	50	9,04	128,06	4,26	21	27,63	367,51
CEFALOPODA	65	11,75	560,07	18,62	20	26,31	799,49
Ommastrephidae	60	10,84	480,68	15,98	14	18,42	494,13
<i>Ommastrephes bartramii</i>	8	1,44	303,56	10,09	7	9,21	106,19
<i>Ornithoteuthis antillarum</i>	52	9,4	177,12	5,89	7	9,21	140,82
Octopoteuthidae - <i>Octopoteuthis sp.</i>	5	0,9	79,39	26,4	1	1,31	35,76
BICOS – CEFALOPODA							
<i>Ommastrephes bartramii</i>	13	2,35			10	8,4	
<i>Ornithoteuthis antillarum</i>	46	8,32			9	7,56	
CRUSTACEA	47	8,51	45,94	1,53	25	32,89	360,33
Euphausiacea - <i>Thysanopoda cristata</i>	30	5,43	44,02	1,47	21	27,63	190,65
Hiperiidae - <i>Phrosina semilunata</i>	3	0,54	0,34	0,0001	1	1,31	0,71
Gammaridae	2	0,36	0,52	0,0001	1	1,31	0,47
Brachyura megalopa	11	1,99	1,06	0,0004	2	2,63	5,23
TOTAL	552		2992,95				

Tabela 16: Participação em número, peso e frequência de ocorrência e respectivo Índice de Importância Relativa (IIR) dos principais itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal de *Thunnus albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

<b><i>Thunnus albacares</i> (n=144)</b>							
<b>Estômagos com conteúdo = 119</b>							
<b>Estômagos Vazios = 25</b>							
<b>Item Alimentar</b>	<b>N</b>	<b>% N</b>	<b>P</b>	<b>% P</b>	<b>FO</b>	<b>% FO</b>	<b>IIR</b>
PISCES	417	56,12	7549,48	91,88	100	69,44	10284,06
Exocoetidae - <i>Cypselurus</i> sp.	106	13,78	4559,72	55,49	36	30,25	2095,95
Myctophidae	146	22,23	611,95	7,45	33	27,73	823,19
Bramidae - <i>Brama caribbea</i>	57	7,41	1015,44	12,36	11	9,24	182,76
Dactylopteridae – <i>Dactylopterus</i>	20	2,6	26,9	0,32	7	5,88	17,22
Scombridae	3	0,39	453,97	5,52	3	2,52	14,91
<i>Katsuwonus pelamis</i>	2	0,26	404,14	4,92	2	1,68	8,52
<i>Acanthocybium solandri</i>	1	0,13	49,83	0,6	1	0,84	0,61
Balistidae	17	2,21	35,22	0,43	6	5,04	13,31
Coryphaenidae - <i>Coryphaena</i> sp.	3	0,39	279,13	3,39	3	2,52	9,55
Gempylidae	6	0,78	38,62	0,47	3	2,52	3,15
<i>Ruvettus pretiosus</i>	5	0,67	22,82	0,28	2	1,68	1,59
<i>Gempylus serpens</i>	1	0,13	15,8	0,19	1	0,84	0,27
Nomeidae - <i>Cubiceps</i> sp.	6	0,78	25,01	0,3	1	0,84	0,911
Tetraodontidae - <i>Diodon</i> sp.	4	0,52	28,16	0,34	1	0,84	0,72
Echneidae	2	0,26	36,75	0,44	1	0,84	0,59
Peixes não identificados	38	4,94	438,61	5,33	17	14,28	146,86
CEFALOPODA	108	14,04	641,19	7,8	29	24,37	532,44
Ommastrephidae	97	12,61	532,9	6,48	22	18,49	352,97
<i>Ommastrephes bartramii</i>	7	0,91	272,26	3,31	5	4,2	17,72
<i>Ornithoteuthis antillarum</i>	90	11,7	259,64	3,16	19	15,96	237,16
Enoploteuthidae	9	1,17	109,18	1,33	4	3,36	8,4
Argonautidae <i>Argonauta</i> sp.	1	0,13	0,104	0,000	1	0,84	0,11
BICOS – CEFALOPODA							
Ommastrephidae	154	20,02			18	15,12	
Ommastres bartramii	11	1,43			9	7,56	
<i>Ornithoteuthis antillarum</i>	143	18,54			10	8,4	
Enoploteuthidae	13	1,69			4	3,36	
CRUSTACEA	228	29,64	25,92	0,31	13	10,92	327,25
Megalopa de Brachyura	215	27,96	19,02	0,23	5	4,2	118,398
Euphausiacea <i>Thysanopoda cristata</i>	11	1,43	5,92	0,0007	6	5,04	7,21
Hiperiidae <i>Brachyselus cruscolum</i>	1	0,13	0,47	0,000	1	0,84	0,11
Isopoda	1	0,13	0,51	0,000	1	0,84	0,11
TOTAL	743		8216,59				

Gráfico 33: Representação tridimensional da participação em peso (%P), número (%N) e frequência de ocorrência (%FO) das principais presas de *T. obesus* e *T. albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.



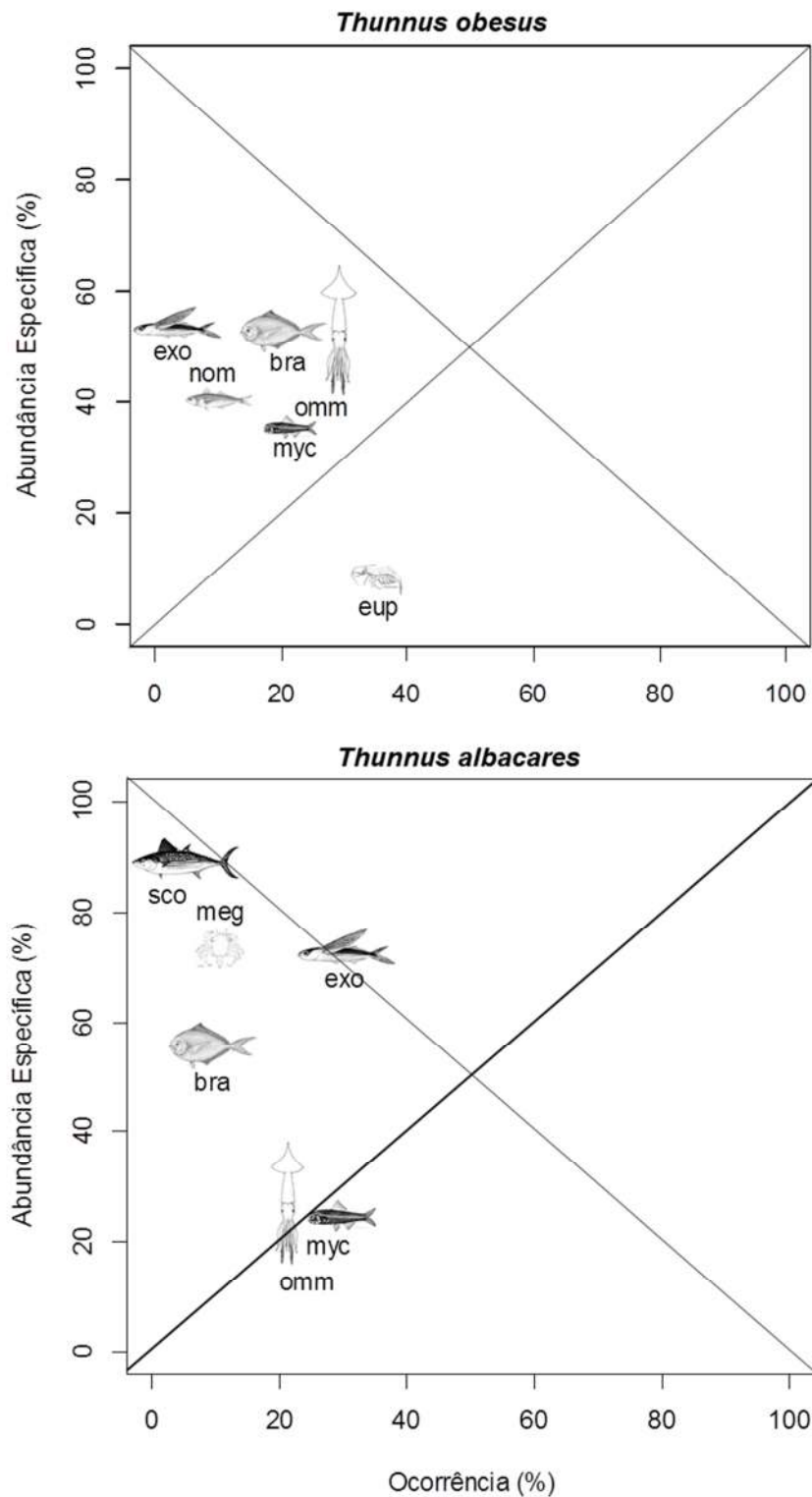
### 3.4 Estratégia Alimentar

Ao comparar as estratégias de alimentação por meio do diagrama de Costello, elaborado a partir da abundância específica em peso dos principais itens alimentares, observamos que *T. obesus* apresenta uma menor amplitude de nicho, tendo como estratégia a predação sobre um grupo específico formado por quatro famílias de peixes (Myctophidae, Bramidae, Nomeidae e Exocoetidae) e uma de cefalópodes (Ommastrephidae), aparentemente com o mesmo peso em importância, com os camarões Euphausiáceos ocupando uma posição diferenciada, especialmente em função de uma maior ocorrência e menor abundância específica (Graf. 34).

Por outro lado, foi observada uma maior amplitude de nicho para *T. albacares*, apresentando diferentes estratégias, as quais consistem na especialização na captura dos peixes voadores, os quais apresentaram uma alta abundância e ocorrência ao longo de todas as classes de tamanho, seguido pelas megalopas de Brachyura, com ampla ocorrência entre os indivíduos menores de 90 cm de CF e pelos peixes escombrídeos, com alta abundância conferida pela relativa participação em peso e ocorrência, especialmente nos indivíduos maiores de 120 cm de CF (Graf. 34).

Além disso, podemos destacar a generalização sobre os peixes lanterna e cefalópodes da família Ommastrephidae, os quais apresentaram um bom nível de ocorrência, porém com baixa abundância específica, e sobre os peixes da família Bramidae, os quais ocuparam uma posição intermediária em função da boa participação em peso.

Gráfico 34: Diagrama de Costello (1990) modificado por Amundsen, Gabler e Staldvickk (1996) apresentando a estratégia alimentar e importância dos itens alimentares (Exocoetidae - exo; Myctophidae - myc; Bramidae - bra; Nomeidae – nom; Scombridae - sco; Ommastrephidae - omm; Euphausiacea - eup; Megalopa de Brachyura - meg) de *T. obesus* e *T. albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.



### 3.5 Relação entre o tamanho da presa e do predador

Foram mensuradas 377 presas encontradas nas dietas de ambos os predadores. A estatística descritiva das mesmas, assim como o número amostrado, estão apresentados na Tabela 17. As maiores presas observadas nas dietas de ambos os predadores pertenciam ao grupo dos peixes, dentre os quais, para *T. obesus* foram observadas, em ordem decrescente de tamanhos, as famílias Bramidae e Exocoetidae, e para *T. albacares* foram observadas as famílias Scombridae, Gempylidae, Exocoetidae, Coryphaenidae, e Bramidae.

Por outro lado, as menores presas observadas nas dietas de ambos os predadores foram os crustáceos, representados pelos camarões hiperídeos e megalopas de caranguejos Brachyura, nas dietas de *T. obesus* e *T. albacares*, respectivamente. Ao contrário de *T. obesus*, para os quais os crustáceos foram observados em uma maior amplitude de comprimentos, de 59 a 106 cm de CF mais precisamente, para *T. albacares* os mesmos foram observados apenas nos estômagos de indivíduos na faixa entre 47 e 61 cm de CF.

As equações das regressões lineares entre o tamanho da presa e do predador, assim como as regressões dos quantis inferiores (5%) e superiores (95%) são apresentadas na Tabela 18. Os valores dos coeficientes angulares das regressões lineares para *T. obesus* e *T. albacares* representam uma fraca tendência positiva, de modo que, o comprimento médio dos predadores e das presas crescem na mesma proporção.

Também acompanham esta tendência os coeficientes dos quantis inferiores (5%), significando que realmente ambas as espécies deixam de capturar presas menores e a maior variação foi observada nos coeficientes dos quantis superiores (95%), com o maior valor sendo observado para *T. obesus*, comprovando que a mesma captura uma maior quantidade de presas maiores do que *T. albacares*, à medida que crescem (Graf.35).

Tabela 17: Estatística descritiva do tamanho das presas de *T. obesus* e *T. albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.

Espécie	n	Cmin	Cmax	Média	Erro Padrão
<i>T. obesus</i>	127	1,2	23,2	7,2	4,06
<i>T. albacares</i>	250	0,4	36,6	8,6	6,86



Tabela 18: Resultados das regressões lineares e das regressões dos quantis inferiores (5%) e superiores (95%) para a relação entre o tamanho da presa e o tamanho dos predadores *T. obesus* e *T. albacares* no Atlântico Oeste Equatorial.

Espécie	Quantil Inf. (5%)	Regressão Linear	Quantil Sup. (95%)
<i>Thunnus obesus</i>	CP = 3,03 + 0,04.CF	CP = 2,31 + 0,05.CF	CP=17,04+0,19CF
<i>Thunnus albacares</i>	CP = 1,62 + 0,02.CF	CP= 5 + 0,04.CF	CP = 20,72 + 0,06.CF

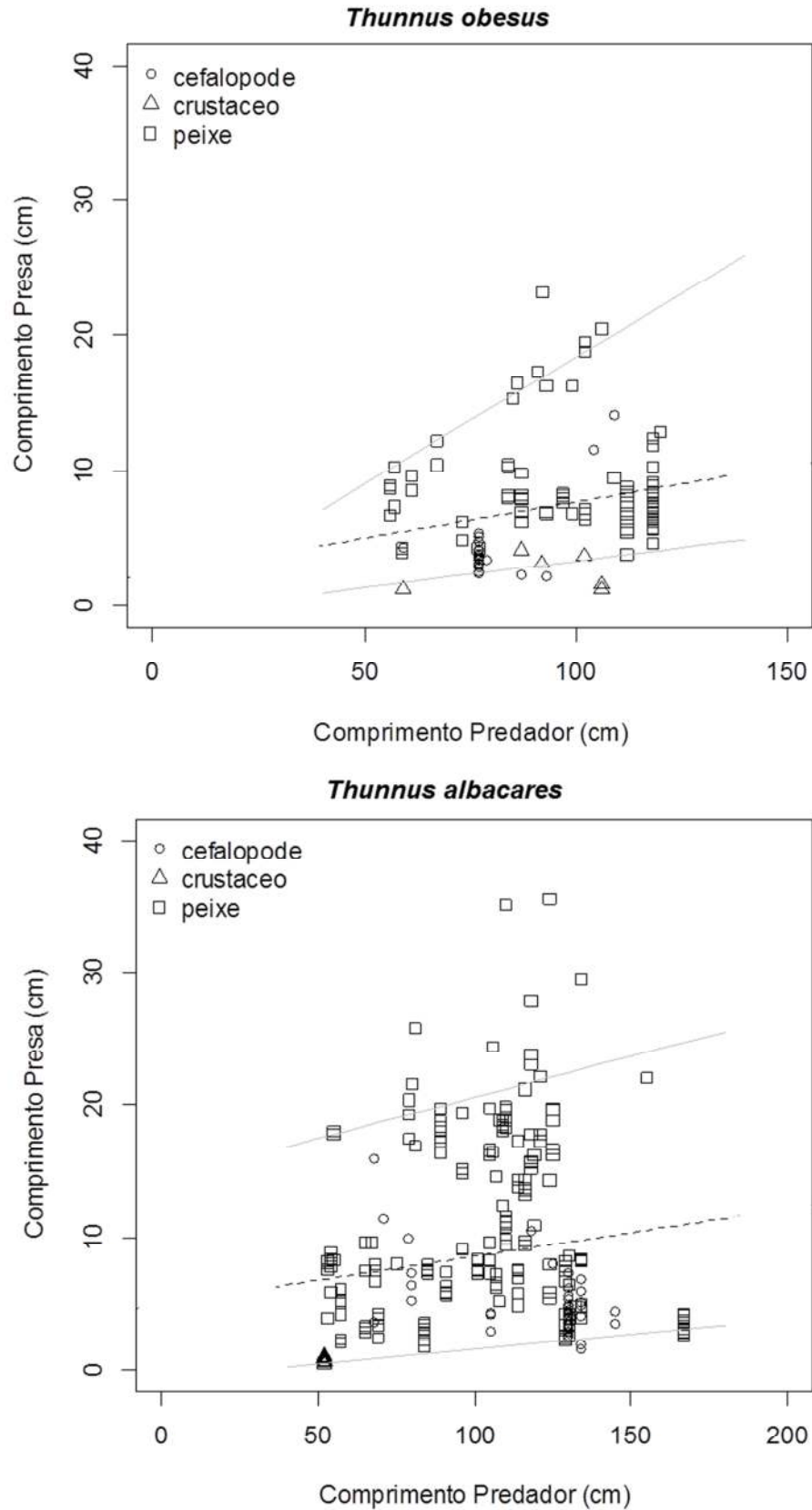
### 3.6 Sobreposição de regime alimentar

Os resultados das análises de sobreposição de dietas por meio do índice de Horn entre *T. obesus* e *T. albacares* e entre diferentes classes de tamanho da mesma espécie são apresentados na Tabela 19. Um alto nível de sobreposição foi observado para todas as classes de ambas as espécies, com exceção dos indivíduos entre 90 e 130 cm de *T. obesus* contra indivíduos maiores de 130 de *T. albacares* e dos indivíduos menores de 90 cm contra os indivíduos de *T. albacares*, para os quais os valores não foram significantes.

Tabela 19: Resultado da análise de sobreposição das dietas pelo método do índice de Horn, para as diferentes classes de tamanho (peq < 90 cm; 90 cm < med < 130 cm; gran > 130 cm) de *T. obesus* (bandolim) e *T. albacares* (laje) em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial.

Espécie / Classe	laje	bandolim med	laje peq	laje med	laje gran
bandolim	0,81	-	-	-	-
bandolim peq		0,82	0,71	0,78	0,70
bandolim med			0,62	0,74	0,36
laje peq				0,87	0,51
laje med					0,72

Gráfico 35: Análise da relação entre o tamanho da presa e o tamanho dos indivíduos de *T. obesus* e *T. albacares* em cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial por meio de regressão linear (linha pontilhada) complementado pela regressão dos quantis inferiores (5%) e superiores (95%) (linha inteira).



#### 4. DISCUSSÃO

Acredita-se que as variações na dieta de tunídeos sejam consequência da ocupação de diferentes habitats pelas espécies nos sentidos vertical e horizontal (BERTRAND; BARD; JOSSE, 2002), bem como do comportamento oportunista apresentado pelos mesmos nas diversas regiões e áreas de distribuição (JAQUEMET; POTIER; MÉNARD, 2011; MÉNARD *et al.*, 2006).

De acordo com a hipótese da armadilha ecológica (MARSAC *et al.*, 2000; HALLIER; GAERTNER, 2008), atuns atraídos por objetos flutuantes artificiais são levados a permanecer em habitats inapropriados, localizados em áreas pouco produtivas, levando-os a uma redução da atividade alimentar, podendo causar impactos negativos na dinâmica de tais populações. Tal hipótese geralmente é sustentada pelo alto índice de estômagos vazios observados em atuns capturados no entorno de objetos flutuantes quando comparados com atuns capturados em cardumes livres (MÉNARD *et al.* 2000; BROCK, 1985).

Neste contexto, os resultados observados para *T. albacares* no presente estudo são similares ao que foi registrado para indivíduos capturados no entorno de DAPs artesanais ancorados nas Filipinas (YESAKI, 1983) e DAPs ancorados no Havaí (HOLLAND *et al.*, 2003; GRAHAM *et al.*, 2007), para os quais foi observada uma proporção muito reduzida de estômagos vazios. Enquanto que Potier *et al.* (2004) não registraram estômagos vazios de *T. albacares* e *T. obesus* capturados em associação com DAP's derivantes no Índico. Além disso, Jackemet; Potier; Ménard (2011) ao comparar os estômagos de *Katsuwonus pelamis* e *T. albacares* capturados no entorno de DAPs derivantes e ancorados no Índico, verificaram que 75% de *K. pelamis* e 48% dos juvenis de *T. albacares* (< 80 cm) apresentaram estômagos vazios quando capturados em associação a DAPs derivantes, ao contrário de ambas as espécies associados a DAPs ancorados, para os quais a proporção de estômagos vazios foi inferior a 20%.

Desta forma, para os cardumes associados no Atlântico Oeste Equatorial, a maior proporção de indivíduos de *T. albacares* com conteúdo estomacal pode ser vista como uma forte evidência de sucesso na estratégia alimentar adotada neste tipo de interação. Tal fato pode ser comprovado pela presença nos estômagos tanto de indivíduos com distribuição nas zonas mais superficiais (peixes voadores), quanto de indivíduos de zonas mais profundas (myctophideos e bramideos), ao contrário de

*T. obesus*, com maior proporção de estômagos vazios, nos quais foram observados, principalmente, indivíduos de zonas mais profundas (myctophideos, bramideos e nomeideos).

Além disso, por meio do índice de repleção estomacal foi observado que as espécies apresentam hábitos alimentares diferenciados, com *T. obesus* se alimentando principalmente ao longo do dia e *T. albacares* se alimentado entre o início da noite e o início da manhã. Diferentemente, os maiores índices de retenção estomacal (g de presa/kg de predador), na dieta de indivíduos de *T. albacares*, associados a DAPs na Samoa Americana, ocorreram no período entre 10 e 16 h do dia, com os escombrídeos, carangídeos e acanturídeos sendo os principais contribuintes quanto ao peso (BUCKLEY; MILLER, 1994).

Em relação às estratégias de alimentação, no Havaí, Holland *et al* (2003) verificaram que *T. albacares* e *T. obesus* apresentam diferenças consistentes no sucesso alimentar, com *T. albacares* apresentando valores de retenção estomacal muito maiores que *T. obesus*, quando associados a DAPs, bem como Grubbs, Holland e Itano (2002) verificaram que, apesar de apresentarem estratégias semelhantes quando associadas a boias de dados, as mesmas se especializaram na predação sobre táxons diferentes, com *T. albacares* se alimentando principalmente sobre megalopas de *Brachyura* e *T. obesus* se alimentando preferencialmente sobre cefalópodes. Além disso, diferentes estratégias de forrageio foram observadas por Ménard *et al.* (2000) para ambas as espécies no Atlântico Oriental, com *T. obesus* se alimentando em uma área aparentemente mais ampla do que *T. albacares*.

Assim como no presente estudo, os peixes voadores foram o grupo predominante na dieta de *T. albacares* capturados no ASPSP, para os quais Vaske-Jr, Vooren e Lessa (2003) registraram a participação em 98% do peso e 42% dos estômagos analisados. Diferentemente, um dos principais itens observados por Ménard *et al.* (2000) e Bard, Kouame e Hervé (2002) no conteúdo estomacal de adultos de *T. albacares* no Atlântico Oriental foi o peixe nomeídeo *Cubiceps paucirradiatus*. Além disso, a ausência de peixes com hábitos de migração vertical nos estômagos de *T. albacares* capturados em cardumes associados no Oceano Índico Ocidental foi encarada por Roger (1994) como uma tendência de que a mesma apresenta hábitos alimentares diurnos.

Por outro lado, Vaske-Jr *et al.* (2012) ao analisarem indivíduos de *T. obesus* capturados em cardumes livres com espinhel no Atlântico Oeste Tropical concluíram, através da relativa equitabilidade de organismos de diferentes camadas de profundidade, que *T. obesus* apresenta um comportamento de constante deslocamento vertical a procura de presas, se alimentando constantemente nos períodos diurno e noturno, com uma forte predominância dos peixes, com o maior valor do Índice de Importância Relativa (IIR) registrado para *Brama caribbea*, com ocorrência em mais de 50% dos estômagos analisados.

No presente estudo, os cefalópodes foram representados em número principalmente por *Ornithoteutis antillarum*, os quais ocorreram de forma semelhante na dieta de ambos os predadores, com valores de IIR relativamente altos em ambos os casos. Da mesma forma, Vaske-Jr e Castello (1998) observaram que a dieta de *T. albacares* amostrados durante o período de inverno (julho e agosto) no sul do Brasil era composta principalmente por esta espécie de cefalópode. Assim como Vaske-Jr, Vooren e Lessa (2003) registraram a predominância das lulas da família Ommastrephidae dentre os cefalópodes presentes na dieta de *T. albacares* no ASPSP, principalmente por meio da identificação dos bicos e, ainda, Andrade (2008) registrou os cefalópodes como item secundário na dieta de *T. albacares* no ASPSP e em Fernando de Noronha, representados principalmente por *Ornithoteutis antillarum*.

Por outro lado, no Havaí, Brock (1985) registrou uma frequência de ocorrência muito baixa (3%) para os cefalópodes na dieta de *T. albacares* associados a DAPs ancorados, assim como Grubbs, Holland e Itano (2003) observaram uma maior abundância específica dos cefalópodes na dieta de *T. obesus* quando comparada com *T. albacares* associados a boias de dados.

Na dieta de *T. obesus* no Atlântico Oeste Tropical, Vaske-Jr *et al.* (2012) observaram que a espécie *Ornithoteutis antillarum* foi o único cefalópode entre os principais itens alimentares. Assim como, Potier *et al.* (2004) registraram uma alta frequência de ocorrência dos cefalópodes (77%) na dieta de *T. obesus* capturada com espinhel no Oceano Índico, ao contrário do que foi observado para os indivíduos capturados com redes de cerco (8%), cujos lances são geralmente realizados no entorno de DAPs derivantes.

Da mesma forma que os cefalópodes, os crustáceos também apresentaram valores de IIR similares para ambos os predadores, porém com menor importância. De maneira oposta, Brock (1985) verificou que a alimentação de *T. albacares* associada a DAPs no Havaí era composta principalmente por crustáceos, com destaque para o camarão pelágico *Oplophorus gracilirostris*. Enquanto, Potier *et al.* (2004) também registraram os crustáceos como itens mais importantes em número e ocorrência nas dietas de *T. obesus* e *T. albacares* associados a DAPs derivantes no Oceano Índico, com destaque para os estomatópodes. Ademais, Vaske-Jr (2000) observou a predominância de crustáceos na dieta de indivíduos de pequeno porte de *T. albacares* na área do ASPSP.

A presença de megalopas de braquiúros nos estômagos de *T. albacares* pode ser vista como uma evidência da habilidade apresentada pela espécie de se alimentar sobre o zooplâncton distribuído na coluna d'água. Da mesma forma, Rohit, Rao e Rammohan (2010) observaram a presença de megalopas em 11% dos estômagos de *T. albacares* capturados na costa leste da Índia e, embora tenha sido observada no presente estudo uma frequência relativamente inferior (2%) das mesmas nos estômagos de *T. obesus* analisados, Vaske-Jr *et al.* (2012) registraram a presença em 8% dos estômagos de *T. obesus* capturados com espinhel no Atlântico Tropical Ocidental.

A localização de presas em áreas com pouca disponibilidade, tal como no entorno de DAPs, incluindo as habilidades de realizar grandes mergulhos relacionados à fisiologia dos atuns, desempenha um papel fundamental no sucesso alimentar dos mesmos (JAQUEMET; POTIER; MÉNARD, 2011). Tal afirmativa pode ser comprovada por meio de estudos de telemetria acústica, assim como foi realizado por Holland *et al.* (2003), os quais observaram que tanto *T. obesus*, quanto *T. albacares*, tendem a deixar o DAP em períodos distintos do dia, provavelmente como estratégia de forrageio de presas no entorno dos mesmos.

Os altos índices de sobreposição de dieta apresentados neste estudo, são explicados pela relativa importância apresentada pelos peixes das famílias Myctophidae e Bramidae e lulas da família Ommastrephidae na dieta de ambos os predadores. Da mesma forma, Ménard *et al.* (2000) observaram semelhanças no conteúdo estomacal de *T. obesus* e *T. albacares* menores que 90 cm, os quais se alimentaram principalmente de pequenos peixes como *Vinciguerria sp* e

cefalópodes, diferentemente do conteúdo de *T. albacares* de porte maior que 90 cm, os quais se alimentaram quase que exclusivamente sobre escombrídeos. Assim como, Potier *et al.* (2004) observaram baixos índices de similaridade entre a alimentação de *T. obesus* e *T. albacares* capturadas com espinhel em águas sub superficiais, ao contrário dos altos índices observados nas capturas com redes de cerco em águas superficiais no Oceano Índico, onde ambas as espécies competindo principalmente pelo crustáceo estomatópode *Natosquilla investigatoris*.

Por outro lado, em associações onde *T. obesus* e *T. albacares* co-ocorreram, Holland *et al.* (2003) verificaram que as mesmas se alimentavam distintamente sobre diferentes itens alimentares, apresentando baixos índices de sobreposição de dieta. Além disso, assim como foi verificado no presente estudo, variações ontogenéticas foram verificadas por GRAHAM *et al.* (2007) para *T. albacares* em estudo realizado no Havaí, principalmente em função na variação da participação dos crustáceos, predominantes na dieta dos indivíduos de menor porte.

Em relação ao tamanho das presas, os resultados observados são similares com o que foi verificado por Ménard *et al.* (2006), os quais registraram a ausência de correlação entre o tamanho das presas e o tamanho de *T. obesus* e *T. albacares* coletados na Polinésia Francesa, confirmando que durante o crescimento os mesmos continuam a se alimentar de pequenas presas, embora, tenham verificado que *T. obesus* seleciona presas maiores do que a *T. albacares*. Além disso, Jaquemet, Potier e Ménard (2011) comparando as dietas de *T. albacares* associados a DAPs derivantes e ancorados, verificaram que os indivíduos <80 cm se alimentavam principalmente de peixes de pequeno porte em ambos os tipos de associações, bem como, ao comparar a distribuição de frequência por tamanho das presas capturadas nos estômagos de indivíduos associados a DAPs derivantes e ancorados, verificaram um padrão de tamanho relativamente pequeno para ambas as situações.

Todavia, Zavalava-Camin (1982) comparando o tamanho das presas do conteúdo estomacal dos principais predadores capturados com espinhel pelágico no Sudeste e Sul do Brasil verificou que *T. albacares* apresentou uma maior preferência por peixes de pequeno porte. Enquanto que as maiores presas de *T. albacares* identificadas por Vaske-Jr (2000) na área do Arquipélago de São Pedro e São Paulo consistiam de peixes exocoetídeos, com comprimento total entre 26-35 cm e o

comprimento das presas de *T. obesus* no Atlântico Ocidental Tropical variou entre 1 e 110 cm, embora a maioria ficasse situada ente 1 e 20 cm, com as maiores presas sendo representadas apenas pelo peixe mesopelágico *Alepsaurus ferox* (VASKE-JR *et al.*, 2012).

Portanto, podemos concluir que o presente estudo apresenta resultados relevantes que ajudam a ampliar os conhecimentos sobre os hábitos alimentares de *T. obesus* e *T. albacares* em uma situação peculiar como em cardumes associados. Entretanto, pesquisas futuras, principalmente sobre o comportamento e a distribuição horizontal e vertical dos mesmos na coluna d'água, devem ser estimuladas, especialmente para a compreensão das estratégias de predação sobre os diferentes tipos de presas capturadas em diferentes camadas.



## **CAPÍTULO VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Podemos estabelecer que o presente trabalho representa uma oportunidade especial, na qual se pode acompanhar a adaptação de uma frota à uma nova realidade que seria o avanço das operações de pesca para as áreas oceânicas. Desta forma, estaremos gerando subsídios para que se possa avaliar a evolução da mesma, principalmente em relação aos aspectos tecnológicos assim como a composição específica da produção.

No que diz respeito à atividade pesqueira, encontra-se de um lado, embora sem muita eficiência, o empenho do setor governamental com relação à aplicação de medidas de controle do esforço de pesca sobre os estoques costeiros, e do outro, uma modalidade relativamente recente de pesca, a qual vem emergindo como uma forte alternativa ao desenvolvimento de uma cadeia estruturada de produção de pescado. Sendo assim, os esforços devem ser direcionados no sentido da regularização da atividade e capacitação técnica dos principais envolvidos quanto às questões de segurança.

Quanto à importância das boias de dados, nas quais a pescaria está associada, deve-se encontrar meios de se explorar a biomassa associada às mesmas, sem causar danos as suas estruturas, fato que já vem sendo observado a partir da mudança de estratégia de operação com os cardumes associados à própria embarcação.

Uma alternativa consistente seria a instalação de um programa de dispositivos atratores de peixes em áreas mais próximas da costa, dentro do limite operacional das embarcações, desde que devidamente monitorados e acompanhados por pesquisadores especialistas, fato este, que possivelmente reduziria os impactos causados pela atividade no entorno da boia do Programa PIRATA, além de reduzir os gastos com combustíveis e habilitar as embarcações.

Já em relação às capturas, pode-se concluir que o alvo das pescarias são a albacora laje e albacora bandolim, apresentando como principal impacto uma proporção muito alta de indivíduos juvenis capturados, porém, quando comparadas com as capturas das frotas industriais de cerco, podem ser consideradas irrelevantes.

Dentre as demais espécies capturadas como fauna acessória, podemos estabelecer que o maior impacto reside na captura do agulhão, entretanto, sem muita representatividade nas capturas totais (0,87%), o que também pode ser considerado irrelevante, quando comparado com os impactos causados por frotas industriais atuantes com espinhel pelágico.

Além disso, a partir da análise dos métodos e os modelos utilizados no estudo de idade e crescimento de *T. albacares*, pode-se considerar que, apesar da divergência entre os valores de comprimentos assintóticos determinados por meio dos espinhos dorsais e microincrementos, ambos os resultados são considerados satisfatórios, quando comparados com os demais estudos previamente publicados para a espécie. Conclui-se, portanto, que a técnica de leitura dos microincrementos consiste em um método robusto na leitura e interpretação da idade dos indivíduos juvenis e sub-adultos (< 1 m CF), fundamentais na compreensão da teoria do crescimento em duas instâncias, adotado atualmente.

Por fim, relativo à alimentação, o presente trabalho apresenta conclusões fundamentais, como forma de compreender a utilização dos recursos do ambiente pelágico por dois predadores do topo da cadeia alimentar, *T. obesus* e *T. albacares*, convivendo em uma situação diferenciada, onde indivíduos de diferentes classes de tamanho encontram-se reunidos em cardumes multiespecíficos compartilhando a biomassa disponível em uma área delimitada pela localização do dispositivo ancorado, ou ainda à deriva quando associados à embarcação.

Portanto, mesmo após a conclusão deste trabalho, os esforços devem ser mantidos no sentido da continuidade do monitoramento dos desembarques e estudos sobre a biologia das principais espécies capturadas, especialmente como forma de suprir os órgãos regulamentadores com informações fundamentais ao efetivo manejo e gerenciamento desta atividade.

## REFERÊNCIAS

- AIKAWA, H.; KATO, M. Age determination of fish-I (in Japanese with English summary). **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.**, v. 7, n.2, p.79-88. 1938.
- AKAIKE, H. Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. Pp. 267-281. *In: PETROV, B. N.; F. CSAKI (Eds.). Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory.* Budapest, Akademiai Kiado. 1973.
- ALBARET, J.J. La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le Golfe de Guinée. **Cash. ORSTOM (Sér. Océanogr.)**, v.15, n.4, p. 389-419. 1977.
- AMUNDSEN, P. A.; GABLER, H. M.; STALDVIK, F. J. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. **Journal of Fish Biology**, n.48, p.607– 614. 1996.
- ANDRADE, L. C. A. **Diversidade de cefalópodes e seu papel no nicho trófico de seus principais predadores nos Arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo.** 2008. 40f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática) – Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- ANDERSON, J.; GATES, P.D. **Fish Aggregating Device (FAD) Manual. Volume I – Planning FAD Programmes.** South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 1996. 46p.
- APRIETO, V. L Payao Tuna aggregating device in the Philippines. *In: Pietersz, V.L.C. (ed) Symposium on artificial reefs and fish aggregating devices as tools for the management and enhancement of marine fishery resources.* Food and Agriculture Organization, Bangkok, pp 1–15. 1991.
- ARIZ, J.; DELGADO, A.; FONTENEAU, A.; COSTAS, F. G.; PALARRÉS, P. Log and tunas in the Eastern Tropical Atlantic – A review of present knowledges and uncertainties. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 40, n. 2, p. 421-446. 1993.
- BANNERMAN, P. O.; BARD, F. X. Investigating the effects of recent changes in fishing methods on the true rate of juveniles of bigeye and yellowfin in the landings of tema baitboats and purse seiners. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 54, n. 1, p. 57-67. 2002.
- BARD, F. X. Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) Atlantique, d'apres les donnees des marquages. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 20, n. 1, p. 104-116. 1984.

BARD, F. X.; CHABANET, C.; CAUDER, N. Croissance du thon albacore (*Thunnus albacares*) en ocean Atlantique estimee par marquages. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 36, p. 182-204. 1991.

von BERTALANFFY, L. A quantitative theory of organic growth. **Human Biology**, v. 10, p. 181-213. 1938.

BOARD ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. **Fisheries Technologies for Developing Countries**. National Academy Press, Washington DC, 1988. 169p.

BOURLES, B.; LUMPKIN, R.; MACPHADEN, M. J.; HERNANDEZ, F.; NOBRE, P.; CAMPOS, E.; YU, L.; PLANTON, S.; BUSALACCHI, A.; MOURA, A. D.; SERVAIN, J.; TROTTE, J. The PIRATA Program: History, Accomplishments and Future Directions. **Bulletins of the American Meteorological Society**, p. 1111-1125. Ago. 2008.

BROCK, R. E. Preliminary study of the feeding habits of pelagic fish around Hawaiian fish aggregation devices or can fish aggregation devices enhance local fisheries productivity? **Bulletin of Marine Science**, v. 37, n. 1, p. 40-49. 1985.

BUCKLEY, R. M.; ITANO, D. G.; BUCKLEY, T. W. Fish Aggregating Device (FAD) enhancement of offshore fisheries in American Samoa. **Bulletin of Marine Science**, v. 44, n. 2, p. 942-949. 1989.

BUCKLEY, T. W.; MILLER, B. S. Feeding habits of yellowfin tuna associated with Fish Aggregation Devices in American Samoa. **Bulletin of Marine Science**, v. 55, n. 2-3, p. 445-459. 1994.

BUGONI, L.; NEVES, T. S.; LEITE-JR, N. O.; CARVALHO, D.; SALES, G.; FURNESS, R. W.; STEIN, C. E.; PEPPE, F. V.; GIFFONI, B. B.; MONTEIRO, D. S. Potential bycatch of seabirds and turtles in hook and line fisheries of the Itaipava fleet, Brazil. **Fisheries Research**, v. 90, p. 217-224. 2008.

CAMPANA, S. E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of use and abuse of age validation methods. **Journal of Fish Biology**, n. 59, p. 197-242. 2001.

CARPENTER, K.E. (ed.) The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5*. Rome, FAO. 2002. pp. 601-1374.

CARPENTER, K.E. (ED.) The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and*

*American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication n. 5.*  
Rome, FAO. 2002. pp. 1375-2127.

CASTRO, J. J.; SANTIAGO, J. A.; SANTANA-ORTEGA, A. T. A general theory on fish aggregation to floating objects: An alternative to the meeting point hypothesis. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 11, p. 255-277. 2002.

Centro de Pesquisas e Gestão dos Recursos Pesqueiros do Nordeste - CEPENE. **Projeto Tuna (Brasil) – Curso de construção de atratores para pescadores”**. IBAMA, colaboração CIID, Tamandaré, 21p. 1992.

CHAPMAN, J. Tuna fishing and review os payaos in Philippines. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraibe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In*: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.346-355. 2000.

CHANG, W. Y. B. A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 39, p. 1208-1210. 1982.

COLLETTE, B. B.; NAUEN, C. E. **FAO Species catalogue, vol. 2, Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas mackerels, bonitos and related species known to date**. FAO Fisheries Synopsis n. 125, v. 2, 137p. 1983.

COMPÉAN-JIMENEZ, G.; BARD, F. X. Growth increments on dorsal spines of eastern Atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, and their possible relation to migration patterns. *In*: Proceedings of the international workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (E. D. Prince, and L. M. Pulos, eds.), p. 77–86. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8. 1983.

COSTELLO, M. J. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. **Journal of Fish Biology**. 36: 261–263. 1990.

CUSACK, P. Two FAD system recommended by SPC. SPC, **Fish Aggregating Device Bulletin**, v. 1, p. 10-15. 1996.

DAGORN, L., HOLLAND, K. N., PUENTE, E.; TAQUET, M.; RAMOS, A.; BRAULT, P.; NOTTESTAD, L.; GEORGAKARAKOS, S.; DENEUBOURG, J. L.; AUMEERUDDY, R.; JOSSE, E.; DALLEN, J. FADIO (Fish Aggregating Devices as Observatories of Pelagic Ecosystems); A European Union funded project on new observational instruments and the behavior of fish around drifting FADs. *Western and Central Pacific Fisheries Commission, Scientific Comitee Second Regular Session*, Manila, Phillipines, August. 2006.

DAGORN, L., HOLLAND, K. N., RESTREPO, V.; MORENO, G. Is it good or bad to fish with FADs? What are the real impacts of the use of drifting FADs on pelagic marine ecosystems? **Fish and Fisheries**. On-line article. 2012. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-2979.2012.00478.x/references>. Acessado em: 14/05/2012.

DATA BUOYS COOPERATION PANEL - DBCP. Ocean data buoy vandalism: incidence, impact and responses. **DBCP Technical Document**, n. 41, 2011.

DEMPSTER, T. Biology of fish associated with moored fish aggregation devices (FADs): implications for the development of a FAD fishery in New South Wales, Australia. **Fisheries Research**, v. 68, p.189–201. 2004.

DEMPSTER, T.; TAQUET, M. Fish aggregation device (FAD) research: gaps in current knowledge and future directions for ecological studies. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.14, p. 21-42. 2004.

DE SAN, M.; PAGES, A. FAD - The Western Indian Ocean Experience. SPC, Noumea, New Caledonia, **SPC FAD Information Bulletin**, v. 3, p. 24-29, 1998.

De SYLVA, P.D. Potential for increasing artisanal fisheries production from floating artificial habitats in the Caribbean. **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, v. 34, p. 156-167. 1982.

DEUDERO, S. Interspecific trophic relationships among pelagic fish species underneath FADs. **Journal of Fish Biology**, v. 58, p. 53-67. 2001.

DIAS-NETO, José. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Brasília, 242p, il., 2010.

DICKSON, J. O.; NATIVIDAD, A. C. Tuna fishing and review os payaos in Philippines. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraibe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.141-158. 2000.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). Cartas Rastrer – Costa e Ilhas ao Largo. 2012. Niterói, RJ. Disponível em: [http://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas\\_eletronicas\\_Interne t.htm](http://www.mar.mil.br/dhn/chm/cartas/download/cartasbsb/cartas_eletronicas_Interne t.htm) Acessado em 23/07/2012.

DORAY, M.; REYNAL, L.; CARPENTIER, A.; LAGIN, A. Le développement de la pêche associée aux DCP ancrés en Martinique. In: *National Reports and Technical Papers Presented at the First Meeting of the WECAFC ad Hoc Working Group on the Development of Sustainable Moored Fish-aggregating Device Fishing in the Lesser Antilles. Le Robert, Martinique, 8-11 October 2001*. FAO Fisheries Report. No. 683, supplement. Rome. p. 70-89.

- DORAY, M.; REYNAL, L. Catch per trip variability analysis related to several fishing effort components in the small-scale, large pelagic fishery in Martinique (FWI): an attempt to define more accurate fishing effort units function of the different types of fish “aggregators”. **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, v. 54, p. 41-59. 2003.
- DORTEL, E.; MASSIOT-GRANIER, F.; RIVOT, E.; MILLION, J.; HALLIER, J. P.; MORIZE, E.; MUNARON, J. M.; BOUSQUET, N.; CHASSOT, E. Accounting for age uncertainty in growth modeling , the case of study of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) of the Indian Ocean. **Plos One**, v. 8, n. 4, p. 1-12. 2013.
- DRIGGERS, W. B. III.; GREGO, J. M.; DEAN, J. M.; Age and growth of the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Western North Atlantic Ocean. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 49, n. 3, p. 374-383. 1999.
- DUARTE-NETO, P.; HIGA, F. M.; LESSA, R. P. Age and growth estimation of bigeye tuna *Thunnus obesus* (Teleostei; Scombridae) in the southwestern Atlantic. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, n. 1, p. 149-158. 2012.
- FARLEY, J. H.; WILLIAMS, A. J.; CLEAR, N. P.; DAVIES, C. R.; NICOLS, S. J. Age estimation and validation for South Pacific albacore *Thunnus alalunga*. **Journal of Fish Biology**, v. 82, p. 1523-1544. 2013.
- FEIGENBAUM, D.; FRIEDLANDER, A.; BUSHING, M. Determination of the feasibility of fish attracting devices for enhancing fisheries in Puerto Rico. **Bulletin of Marine Science**, v. 44, n. 2, p. 950-959. 1989.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. A. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil III**. Teleostei (2). Museu de Zoologia USP. 88 p. 2000.
- FRIEDLANDER, A. A comparison of the fishing methods associated with Fish Aggregating Devices (FADs) off Puerto Rico. **Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, v. 42, p.233-246. 1992.
- FONTELES-FILHO, A. A. A pesca predatória de lagostas no Estado do Ceará: causas e conseqüências. **Bol. Técn. Cient. CEPENE**, Rio Formoso, 2 (1), p. 107-132. 1994.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. 464 p. il. Expressão Gráfica, Fortaleza, 2011.
- FONTENEAU, A. Croissance de l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 51, p. 152-167. 1980.
- FONTENEAU, A; DIOUF, T. An efficient way of bait-fishing for tunas recently developed in Senegal. **Aquatic Living Resources**, v.7, p. 139-151. 1994.

FONTENEAU, A.; PALLARÉS, P.; PIANET, R. A review of purse seine fisheries on FADs. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In*: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.15-35. 2000.

FONTENEAU, A.; ARIZ, J. ; GAERTNER, D.; NORDSTRON, V. PALLARÉS, P. Observed changes in the species composition of thuna schools in the Gulf of Guinea between 1981 e 1999, in relation to Fish Aggregating Device fishery. **Aquatic Living Resources**, n. 13, p.253-257. 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. FAO Fisheries Glossary. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/glossary/>. Acessado em 17/09/2012.

FRANCO, J.; DAGORN, L.; SANCRISTOBAL, I.; MORENO, G. Design of ecological FADs. **IOTC-2009-WPEB-16**, p.21. 2009.

FRANCO, J.; MORENO, G.; LOPEZ, J.; SANCRISTOBAL, I. Testing new designs of drifting Fish Aggregating Device (dfad) in the Eastern Atlantic to reduce turtle and shark mortality. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 68, n. 5, p. 1754-1762. 2012.

FREÓN, P.; DAGORN, L. Review of fish associative behavior: toward a generalization of the meeting point hypothesis. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.10, p. 183–207. 2000.

FROESE, R; PAULY,D. (Eds). FishBase. World Wide Web Eletronic Publication. agosto 2013. Disponível em <<http://www.fishbase.org/summary/143>> Acesso em: out, 2013.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapas Base dos municípios do Estado do Rio Grande do Norte, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=240110#> Acessado em: 04/06/2010.

GABRIEL, O.; LANGE, K.; DAHM, E.; WENDT, T. **Fishing Catching Methods of the World**. 4<sup>th</sup> Edition, BlackWell Publishing, Oxford. 523 pg, il. 2005.

GAERTNER, D.; CHASSOT, E.; FONTENEAU, A.; HALLIER, J.P.; MARSAC, F. Estimate of the non-linear growth rate of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Atlantic and Indian oceans from tagging data. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 65, n. 2, p. 683-694. 2010.

GASCUEL, D.; FONTENEAU, A.; CAPISANO, C. Modélization d'une croissance en deux stances chez l'albacore (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. **Aquatic Living Resources**, v. 5, p. 155-172. 1992.



GATES, P.; CUSACK, P.; WATT, P. **Fishing aggregating device (FAD) manual. Volume II: rigging deep-water FAD moorings.** South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 1996. 43p.

GATES, P.; PRESTON, G. L.; CHAPMAN, L. B. **Fishing aggregating device (FAD) manual. Volume III: deploying and maintaining FAD systems.** South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia, 1998. 43p.

GIRARD, C.; BENHAMOU, S.; DAGORN, L. FAD: Fish Aggregating Device or Fish Attracting Device? A new analysis of yellowfin tuna movements around floating objects. **Animal Behaviour**, v. 67, n. 2, p. 319-326. 2004.

GOMPERTZ, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining the value of life contingencies. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 115, p. 515-585. 1825.

GOODING, R. M.; MAGNUSON, J. J. Ecological significance of a drifting object to pelagic fishes. **Pacific Science**, v. 21, p. 486-497. 1966.

GRUBBS, R. D.; HOLLAND, K.; ITANO, D. Comparative trophic ecology of yellowfin and bigeye tuna associated with natural and man-made aggregation sites in Hawaiian Waters. *15<sup>th</sup> Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfishes. Yellowfin Research Group – SCTB 15.* Honolulu, Hawaii, 20th - 25th July 2002.

GUNN, J. S.; CLEAR, N. P.; CARTER, T. I.; REES, A. J.; STANLEY, C. A.; FARLEY, J. H.; KALISH, J. M. Age and growth in southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii* (Castelnau): direct estimates from otoliths, scales and vertebrae. **Fisheries Research**, v. 92, p. 207-220. 2008.

HALLIER, J. P.; GAERTNER, D. Drifting fish aggregation devices could act as an ecological trap for tropical tuna species. **Marine Ecology Progress Series**, v. 353, p. 255-264. 2008.

HALLIER, J. P.; MOLINA, A. D. Baitboat as a tuna aggregating device. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p. 553-578. 2000.

HARDJONO. Indonesia's experience of fish aggregating devices (FADs) In: PIETERSZ, V. L. C. (ed) *Symposium on artificial reefs and fish aggregating devices as tools for the management and enhancement of marine fishery resources.* FAO of United Nations, Bangkok, pp 164-195. 1991.

HAZIN, F. H. V.; BROADHURST, M. K.; HAZIN, H. G. Preliminary analysis of feasibility of transferring new longline technology to small artisanal vessels off Northeastern Brazil. **Marine Fisheries Review**, v. 62, n. 1, p. 27-34. 2000.

HIGASHI, G. R. Ten years of Fish Aggregating Device (FAD) design development in Hawaii. **Bulletin of Marine Science**, v. 55, n. 2-3, p. 651-666. 1994.

HOLLAND, K. N.; JAFFE, A; CORTEZ, W. The Fish Aggregating Device (FAD) system of Hawaii. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraibe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In*: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.55-62. 2000.

HOLLAND, K.; GRUBBS, D.; GRAHAM, B.; ITANO, D.; DAGORN, L. The biology of FAD-associated tuna: temporal dynamics of association and feeding ecology. *16<sup>th</sup> Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfishes. Yellowfin Research Group – SCTB 16*, Queensland, Australia, 9th - 16th July 2003.

HUNTER, J.R.; MITCHELL, C.T. Association of fishes with flotsam in the offshore waters of Central America. **Fisheries Bulletin**, v. 66, p. 13–29. 1966.

IBAMA. **Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil – 2005**/Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste – Tamandaré, PE : CEPENE. 2007.

Inter-American Tropical Tuna Fishing Commission (IATTC). Recommendation C-10-03 Prohibiting Fishing on Data Buoys, *Inter-81<sup>st</sup> Meeting*, Antigua, Guatemala, 27 Sep – 1 Oct. 2010.

International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT). **Glossary of Fishery Terms**. 2000. 23p. Disponível em <http://www.iccat.int/Documents/SCRS/Other/glossary.pdf>. Acessado em 17/09/2012.

International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT). 2006-2009. ICCAT Manual. *In*: ICCAT Publications [on-line]. Updated 2009. <http://www.iccat.es/en/ICCATManual.asp>. Acessado em 22/05/2010.

International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT). Report for biennial period, 1998-99 Part II (1999) – Vol 1, English Version. Annex 5-1. Madrid, Spain, 2000. [http://www.iccat.int/Documents/BienRep/REP\\_EN\\_98-99\\_II\\_1.pdf](http://www.iccat.int/Documents/BienRep/REP_EN_98-99_II_1.pdf). Acessado em 26/12/2012.

International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT). *Report of the 2011 ICCAT Yellowfin tuna Stock Assessment Session*. San Sebastian, Spain. 2011.

ITANO, D. G. The reproductive biology of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Hawaiian water and the western tropical Pacific Ocean: *Project summary. PFRP, JIMAR, UH, HI. JIMAR Contribution 00-328*. 2000. 69 p.

ITANO, D. G.; HOLLAND, K. Movement and vulnerability of bigeye (*Thunnus obesus*) and yellowfin (*Thunnus albacares*) tuna in relation to FADs and natural aggregation points. **Aquatic Living Resources**, v. 13, p.213-223. 2000.

ITANO, D.; FUKOFUKA, S.; BROGAN, D. The development, design and recent status of anchored and drifting FADs in WCPO. *17<sup>th</sup> Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfish*, Majuro, Marshall Islands, 2004. 25p

ITANO D.; FUKOFUKA S. Handbook for the identification of yellowfin and bigeye tunas in fresh, but less than ideal condition. *Information Paper FT-IP-1. 1<sup>st</sup> meeting of the Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission*, Noumea, New Caledonia, 8–19 August 2005.

ITANO, D. A summary of operational, technical and fishery information on WCPO purse seine fisheries on floating objects. *3<sup>rd</sup> meeting of the Scientific Committee of the Western and Central Pacific Fisheries Commission*, Honolulu, United States of America, p. 13-24, August, 2007.61p.

JAQUEMET, S.; POTIER, M.; MÉNARD, F. Do drifting and anchored Fish Aggregating Devices (FADs) similarly influence tuna feeding habits? A case study from the western Indian Ocean. **Fisheries Research**, v. 107, p. 283-290. 2011

JCOMM - Joint WMO-IOC Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology, <http://www.jcommops.org/dbcp/>. Acessado em 02/06/2011.

JEREB, P.; ROPER, C. F. E. (eds). **Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. Volume 2. Myopsid and Oegopsid Squids. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes**. No. 4, Vol. 2. Rome, FAO. 2010. 605p. 10 colour plates.

JOSSE, E.; BERTRAND, A. *In situ* acoustic target strength measurements of tuna associated with a fish aggregating device. **ICES Journal of Marine Science**, v. 57, p. 911–918. 2000.

KAKUMA, S. Synthesis on moored FADs in the North West Pacific region. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.63-77. 2000a.

KAKUMA, S. Current, catch and weight composition of yellowfin tuna with FADs off Okinawa Island, Japan. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p. 492-501. 2000b.

KAKUMA, S. FAD fisheries in Okinawa, Japan. **SPC Fish Aggregating Devices Bulletin**, n. 2, p. 8-12. 1996.

KATSANEVAKIS, S. Modelling fish growth: Model selection, multi-model inference and model selection uncertainty. **Fisheries Research**, v. 81, p. 229-235. 2006.

KATSANEVAKIS, S.; MARAVELIAS, C. D. Modeling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. **Fish and Fisheries**, v. 9, p.178-187. 2008.

KIMURA, D.K. Likelihood methods for the von Bertalanffy growth curve. **Fishery Bulletin**, v. 77, n.4, p. 765-776. 1980.

KOENKER, R. **Quantile Regression**. R package version 5.05. 2013. <http://cran.r-project.org/web/packages/quantreg/index.html>

LE GUEN, J. C.; SAKAGAWA, G. T. Apparent growth of the yellowfin tuna from the eastern Atlantic Ocean. **Fishery Bulletin**, v. 85, n. 1, p. 175-187. 1973.

LEHODEY, P.; LEROY, B. Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from the Western and Central Pacific Ocean as indicated by daily growth increments and tagging data. *12<sup>th</sup> Meeting of the Standing Committee on Tuna and Billfishes - SCTB 12*. Papeete, French Polynesia, 16th - 23th June 1999.

Le ROBERT. National Reports and Technical Papers Presented at the First Meeting of the WECAFC ad Hoc Working Group on the Development of Sustainable Moored Fish-aggregating Device Fishing in the Lesser Antilles. *In: Le Robert, Martinique, 8-11 October 2001*. FAO Fisheries Report. No. 683, supplement. Rome. 295p.

LESSA, R. P.; DUARTE-NETO, P. Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western equatorial Atlantic, using dorsal fin spines. **Fisheries Research**, v. 69, p. 157-170. 2004.

LESSA, R.; NÓBREGA, M. F.; BEZERRA-Jr, J. L. (Orgs). **Dinâmica de Populações e Avaliação de Estoques dos Recursos Pesqueiros da Região Nordeste. Volume II**. Programa de Avaliação do Potencial dos Recursos da Zona Econômica Exclusiva – REVIZEE, Score NE, Recife. 2004. 245 p.

LIMA, J. H. M.; LIN, C. F.; MENEZES, A. A. S. As pescarias brasileiras de bonito listrado com vara e isca-viva, no Sudeste e Sul do Brasil, no período de 1980 a 1998. **Bol. Téc. Científico CEPENE**, Tamandaré, v. 8, n. 1, p. 7-99. 2000.

LIMA, J. H. M.; LIN, C. F.; DIAS-NETO, J.; MENEZES, A. A. S. Sobre o uso da rede de cerco na pesca de atuns no Brasil. **Bol. Téc. Científico CEPENOR**, v. 11, n. 1, p. 81-115. 2011.

MALONE, M. A.; BUCK, K. M.; MORENO, G.; SANCHO, G. Diet of three large pelagic fishes associates with drifting fishing aggregating devices (DFADs) in the Western Equatorial Indian Ocean. **Animal Biodiversity and Conservation**, v. 34, n. 2, p. 287-294. 2011.

MARSAC, F.; FONTENEAU, A.; MENARD, F. Drifting FADs used in tuna fisheries: an ecological trap? Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In*: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p. 537-552. 2000.

MATSUMOTO, W. M.; KAZAMA, T. K.; AASTED, D. C. Anchored Fish Aggregating Devices in Hawaiian Waters. **Marine Fisheries Review**, v. 43, n. 9, p. 1-13. 1981.

MATSUMOTO, T.; MIYABE, N. Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the Central Atlantic Ocean. **Coll. Vol. Sci. Pap, ICCAT**, v. 54, n. 1: 246-260. 2002.

MCPHADEN M. J.; FREITAG, P.; SERVAIN, J.; JOSSE, E. Effects of fishing activity on tropical moored buoy arrays. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Recueil des Résumés, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In*: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p. 154. 2000.

MCPHADEN, M. J.; ANDO, K.; BOURLES, B.; FREITAG, H. P.; LUMPKIN, R.; MASUMOTO, Y.; MURTY, V. S. N.; NOBRE, P.; RAVICHANDRAN, M.; VIALARD, J.; VOUSDEN, D.; YU, W. The global tropical moored buoy array. *In*: Proc. "OceanObs'09: Sustained Ocean Observations and Information for Society". Conference (Vol. 2), Venice, Italy, 21-25 September 2009, Hall, J., Harrison D.E. and Stammer, D., Eds., ESA Publication WPP-306. 2010.

MÉNARD, F.; FONTENEAU, A.; GAERTNER, D.; NORDSTROM, V.; STEQUERT, B.; MARCHAL, E. Exploitation of small tunas by a purse-seine fishery with fish aggregating devices and their feeding ecology in an eastern tropical Atlantic ecosystem. **ICES Journal of Marine Science**, v. 57, p. 525–530. 2000.

MÉNARD, F.; STEQUERT, B.; RUBIN, A.; HERRERA, M.; MARCHAL, E. Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean: FAD-associated versus unassociated schools. **Aquatic Living Resources**, v.13, p. 233-240. 2000.

MÉNARD, F.; LABRUNE, C.; SHIN, Y.J.; ASINE, A. S.; BARD, F. X. Opportunistic predation in tuna: a size-based approach. **Marine Ecology Progress Series**, v. 323, p. 223–231. 2006.

MINISTÉRIO DE PESCA E AQUICULTURA (MPA). Ações e Programas . 2012. Disponível em <http://www.mpa.gov.br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas> . Acessado em 16/09/2012.

MIYAKE, M.; GUILLOTREAU, P.; SUN, C. H.; ISHIMURA, G. **Recent developments in the tuna industry: stocks, fisheries, management, processing, trade and markets**. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 543. Rome, FAO, 2010. 125p.

- MOLINA, A. D.; ARIZ, J.; PALLARÉS, P.; MOLINA, R. D.; DÉNIZ, S. Project on new FAD designs to avoid entanglement of by-catch species, mainly sea turtles and acoustic selectivity in the Spanish purse seine fishery in the Indian Ocean. *WCPFC Scientific Committee First Regular Session*. 8-19 August 2005, Noumea, New Caledonia. FT WP-2. 2005.
- MORALES-NIN, B.; CANNIZZARO, L.; MASSUTÍ, E.; POTOSCHI, A.; ANDALORO, F. An overview of the FADs fishery in the Mediterranean Sea. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p. 184-207. 2000.*
- MOURATO, B. L.; ARFELLI, C. A.; AMORIM, A. F.; HAZIN, H; G.; CARVALHO, F. C.; HAZIN, F. H. V. Spatio-temporal distribution and target species in a longline fishery off the southeastern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, n. 2, p. 185-194. 2011.
- MYABE, N. On the growth of yellowfin and bigeye tuna estimated from the tagging results. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, v. 20, n. 1, p. 117-122. 1984.
- NELSON, G. A. **fishmethods: Fisheries science methods and models in R**. R package version 1.5-0. 2013. <http://CRAN.R-project.org/package=fishmethods>.
- NOSE, Y.; KAWATSU, H.; HIYAMA, Y. Age and growth of Pacific tunas by scale reading. **Suisan Gaku Shusei, Tokyo Univ. Press**: p. 701-716. 1957.
- OGLE, D. H. **FSA: Fisheries Stock Analysis**. R package version 0.4-1. 2013. <http://www.rforge.net/FSA/Installation.html>
- PANNELLA, G. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. **Science**, v. 173, n.4002, p. 1124-1127. 1971.
- PARIN, N. V.; FEDORYAKO, B. I. Pelagic fish communities around floating objects in the open ocean. *In: SCOTT, M.D., BAYLIFF, W.H., LENNERT-CODY, C.E.; SCHAEFER, K.M. (eds.), Proceedings of the International Workshop on the Ecology and Fisheries for Tunas Associated with Floating Objects*, Fevereiro 11–13, 1992, Inter-American Tropical Tuna Commission Special Report 11, La Jolla, California, pp 447–458. 1999.
- PAULY, D.; MUNRO, J. L. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. **Fishbyte**, v.1, p. 5-6. 1984.
- PINKAS, L.; OLIPHANT, M. S.; IVERSON, I. L. K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish Game, Fishery Bulletin*. v. 152:105p. 1971.

- POTIER, M.; MARSAC, F.; LUCAS, L.; SABATIÉ, R.; HALLIER, J. P.; MÉNARD, F. Feeding partitioning among tuna taken in surface and mid-water layers: the case of yellowfin (*Thunnus albacares*) and bigeye (*T. obesus*) in the Western Tropical Indian Ocean. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, v. 3, n. 1, p. 51-62. 2004.
- POTIER, M.; MARSAC, F.; CHEREL, Y.; LUCAS, L.; SABATIÉ, R.; MAURY, O.; MÉNARD, F. Forage fauna in the diet of three large pelagic fishes (lancetfish, swordfish and yellowfin tuna) in the western equatorial Indian Ocean. **Fisheries Research**, v. 83, p. 60-72. 2007.
- PRADO, J. 2002. A world review of the fishing techniques used in association with fish aggregating devices in small-scale fisheries and potential interest for the Lesser Antilles countries. *In: National Reports and Technical Papers Presented at the First Meeting of the WECAFC ad Hoc Working Group on the Development of Sustainable Moored Fish-aggregating Device Fishing in the Lesser Antilles. Le Robert, Martinique, 8-11 October 2001. FAO Fisheries Report. No. 683, supplement. Rome. P.121-144.*
- PRESTON, G. L., CHAPMAN, L. B., WATT, P. G. **Vertical longlining and other methods of fishing around Fish Aggregating Devices (FADs)**. Secretariat of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia, 1998. 64 p.
- PRESTON, G. L.; CHAPMAN, L. B.; MEAD, P. D.; TAUMAIA, P. **Trolling techniques for the Pacific islands: a manual for fishermen**. South Pacific Commission Handbook, n° 28. Noumea, New Caledonia, 1987. 161p.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2013. URL <http://www.R-project.org/>.
- RELINI, G.; RELINI, M.; MONTANARI, M. An offshore buoy as a small artificial island and a fish-aggregating device (FAD) in the Mediterranean. **Hydrobiologia**, v. 440, p. 65-80. 2000.
- RELINI, M.; ORSI, L. R.; RELINE, G. Na offshore buoy as a FAD in the Mediterranean. **Bulletin of Marine Science**, v. 55, n. 2-3, p. 1099-1105. 1994.
- REYNAL, L.; BUURT, G.; TAQUET, M. Perspectives de développement des DCP ancrés dans les Petites Antilles. L'exemple de trois îles : Guadeloupe, Martinique et Curaçao. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraïbe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.36-54. 2000.*
- RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada**, Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, v. 191, p. 1-382. 1975.

SANTOS, J. A. T.; ANDRADE, H. A. A pesca da albacora-lage (*Thunnus albacares*) realizada pela frota brasileira de vara e isca-viva no sudoeste do Oceano Atlântico. **Notas Técnicas da FACIMAR**, v. 8, p. 95-105. 2004.

SCHROEDER, F. A.; CASTELLO, J. P. “Cardume associado”: nova modalidade de pesca de atuns no Sul do Brasil – descrição e comparação. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 2, n. 1, p. 66-74. 2007.

SCOTT, P. C. Fish aggregating buoys in Brazil. **ICLARM Newsletter** (April), v. 11. 1985.

SECOR, D. H.; DEAN, J. M.; LABAN, E. H. **Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination**. Electric Power Research Institute and the Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research. 84p. il. 1991. <http://www.cbl.umces.edu/~secor/otolith-manual.html>. Acessado em: 12/07/2010.

SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA. Instrução Normativa nº 12 de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, p.3, 15 de Julho de 2005. <http://portal.in.gov.br/visualisa/index.jsp?data=15/07/2005&jornal=1&pagina=3&totalArquivos=144> Acessado em: 04/05/2011.

SECRETARIAT OF THE PACIFIC COMMUNITY (SPC). Artisanal and industrial FADs: a question of scale. **SPC Fisheries Newsletter**, n. 136, September / November. 2012a

SERVAIN, J.; BUSALACCHI, A.; MCPHADEN, M. J.; MOURA, A. D.; REVERDIN, G.; VIANNA, M.; ZEBIAK, S. A Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA). **Bulletin of the American Meteorology Society**, v. 79, p. 2019-2031. 1998.

SHARP, G. D. Tuna Oceanography – an Applied Science. *In: Block, B. A; Stevens, E. D., eds. Tunas: Physiology, Ecology and Evolution*, Academic Press, San Diego, CA, 2001, pp.345-389.

SHARP, M. The benefits of fish aggregating devices in the Pacific. **SPC Fisheries Newsletter**, n. 135, Secretariat of the Pacific Community, May–August 2011, p 28–36. 2011.

SHUFORD, R. L.; DEAN, J. L.; STEQUERT, B.; MORIZE, E. Age and growth of yellowfin tuna in the Atlantic Ocean. **Coll. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 60, n. 1, p. 330-341. 2007.

SIEGEL, S.; CASTELLAN-Jr, N.J. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences**. McGraw-Hill International Editions, Statistics Series, 2ª Edição, New York, 1988.



SILVA, G. B.; CHAVES, D. C. B.; FONTELES-FILHO, A. A. Aspectos econômicos da pesca de atuns e afins associada a uma boia oceânica no Atlântico Oeste Equatorial. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v.9, n. 1, p. 85-91. 2013.

SOKIMI, W.; BLANC, M. Nearshore FAD types and designs currently used in the Pacific. *In: 2<sup>nd</sup> International Symposium on Tuna Fisheries and Fish Aggregating Devices*, Tahiti, French Polynesia, 28 November to 2 December, p. 1. 2011.

SORIA, M.; DAGORN, L.; POTIN, G.; FRÉON, P. First field-based experiment supporting the meeting point hypothesis for schooling in pelagic fish. **Animal Behaviour**, v. 78, p.1441-1446. 2009.

STEUQUERT, B.; PANFILI, J.; DEAN, J. M. Age and growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, from the western Indian Ocean, based on otolith microstructure. **Fishery Bulletin**, v. 94, p. 124-134. 1996.

STEUQUERT, B.; CONAND, F. Age and growth of bigeye tuna, (*Thunnus obsesus*), from the western Indian Ocean. **Cybium**, v. 28, n.2, p. 163-170. 2004.

STEVENSON, D. K.; CAMPANA, S. E. (Eds). Otolith microstructure observation and analysis. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 117, 126 pp, il. 1992

SUN, C.L.; HUANG, C. L.; YEH, S. Z. Age and growth of bigeye tuna, *Thunnus obsesus*, in the Western Pacific Ocean. **Fishery Bulletin**, v. 99, n. 3, p. 502-509. 2001.

SUZUKI, Z. Re-examination of scale reading method of yellowfin tuna taken in the western and central Pacific Ocean. **Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.**, v. 10, p.157-177. 1974.

TAQUET, M. Le Dispositif de Concentration de Poissons (DCP): une alternative à la forte pression de pêche sur les ressources récifales de la Martinique. **Proceedings of Gulf and Caribbean Fisheries Institute**, University of Miami, v.50, p. 249-261. 1998.

TAQUET, M.; REYNAL, L.; LAURANS, M.; LAGIN, A. Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) fishing around FADs in Martinique (French West Indies). **Aquatic Living Resource**, v. 13, p. 259-262, 2000a.

TAQUET, M.; REYNAL, L.; LAURANS, M.; LAGIN, A. Proposition d'une nouvelle technique de pêche du thon noir (*Thunnus atlanticus*) sous les DCP en Martinique. Pêche thonière et dispositifs de concentration de poissons, Actes Colloq, Caraibe-Martinique, 15-19 Octobre, 1999. *In: Le Gall, J.Y., Cayré, P., Taquet, M. (Eds). IRD, Montpellier, p.321-332. 2000b.*

- TENG, C. C.; CUCULLU, S.; MCARTHUR, S.; KOHLER, C.; BURNETT, B.; BERNARD, L. Buoy Vandalism Experienced by NOAA National Data Buoy Center National Data Buoy Center. **U.S Dept. of Commerce Mariners Weather**. v. 54, n. 1. 2010.
- UCHIYAMA, J. H.; STRUHSAKER, P. Age and growth of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, and yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, as indicated by daily growth increments of sagittae. **Fishery Bulletin**, v.79, n.1, p. 151-162. 1981.
- VASKE-Jr, T.; CASTELLO, J. P. Conteúdo estomacal da albacora-laje, *Thunnus albacares*, durante o inverno e primavera no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, n. 4, p. 639-647. 1998.
- VASKE-Jr, T. **Relações tróficas dos grandes peixes pelágicos da região Equatorial Sudoeste do Oceano Atlântico**. 2000. 145 p. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto de Oceanografia Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2000.
- VASKE-JR, T.; VOOREN, C. M.; LESSA, R. P. Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, n. 1, p. 173-181. 2003.
- VASKE-JR, T; COSTA, F. A. P. **Lulas e polvos da costa brasileira**. Fortaleza, UFC/LABOMAR/NAVE. (Coleção Habitat nº 5) 184p. il. 2011.
- VASKE-JR, T.; TRAVASSOS, P. E.; HAZIN, F. H. V.; TOLOTTI, M. T.; BARBOSA, T. M. Forage fauna in the diet of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Western Tropical Atlantic Ocean. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n.1, p. 89-97. 2012.
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC). Conservation and Management Measure 2009-05 Prohibiting Fishing on Data Buoys, *6<sup>th</sup> Regular Session*, Tahiti, 2009.
- WICKHAM, D. A.; RUSSEL, G. M. An evaluation of mid-water artificial structures for attracting coastal pelagic fishes. **Fishery Bulletin**, v. 72, n.1, p. 181-191. 1974.
- WILD, A. Growth of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Eastern Pacific Ocean based on otolith increments. **Inter-American Tropical Tuna Commission**, v. 18, n. 6, La Jolla, California. 1986.
- WORKMAN, I. K.; LANDRY-JR, A. M.; WATSON-JR, J. W.; BLACKWELL, J. W. A midwater fish attraction device study conducted from Hydrolab. **Bulletin of Marine Science**, v. 37, n.1, p. 377-386. 1985.

YABUTA, Y.; YUKINAWA, M.; WARASHINA, D. Y. Growth and age of yellowfin tuna II. Age determination (scale method). **Rep. Nankai Reg. Fish. Res. Lab.**, v.12, p.63-74. 1960.

YANG, R.; NOSE, Y.; HIYAMA, Y. A comparative study on the growth of yellowfin tunas from the Atlantic and Pacific Oceans. **Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.** (Shimizu), v.2, p.1-21. 1969.

ZAVALA-CAMIN, L. A. Distribucion vertical y estacional de tunidos e otras especies pelágicas em el sudeste e sur del Brasil, obtenida por meio de analysis del contenido estomacal. **Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v. 17, n. 2, p. 439-443. 1982.

ZHU, G.; XU, L.; DAI, X.; LIU, W. Growth and mortality rates of yellowfin tuna, *Thunnus albacares* (Perciformes; Scombridae), in the eastern and central Pacific Ocean. **Zoologia**, v. 28, n. 2, p. 199-206. 2011.