



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS E VERTICAIS DE PEQUENA ESCALA  
REALIZADOS PELA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares* NO ARQUIPÉLAGO  
SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

**Eloisa Rosa da Silva Monteiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

**Prof. Dr. Paulo Travassos**  
Orientador

**Recife,  
Janeiro/2018**

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

Eloisa Rosa da Silva Monteiro  
Deslocamentos horizontais e verticais da albacora laje  
*Thunnus albacares* no Arquipélago São Pedro e São Paulo.

Nº folhas:36.

Orientador: Paulo Travassos  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura).  
Departamento de Pesca e Aquicultura.  
Inclui bibliografia

CDD [Nº]

1. Palavra-chave

2. Palavra-chave

I. Nome do Orientador

II. Título

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-**  
**GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E**  
**AQUICULTURA**

**DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS E VERTICAIS DE PEQUENA ESCALA**  
**REALIZADOS PELA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares* NO ARQUIPÉLAGO**  
**SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

**Eloisa Rosa da Silva Monteiro**

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 30/01/2018 pela seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Paulo Travassos**  
(Orientador)

Departamento de Pesca e Aquicultura - DEPAq  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

**Prof. Dra. Patricia Pinheiro**

Departamento de Engenharia de Pesca  
Universidade Estadual da Bahia -UNEB

---

**Prof. Dr. Humberto Hazin**

Departamento de Pesca e Aquicultura  
Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE

## **Dedicatória**

Ao meu pai, E.A.Monteiro.  
Às Rosas do meu jardim, Doris e Renata.  
À minha pitica,Manuela.

## **Agradecimentos**

Àquela energia, chamada Deus, que me permitiu chegar até aqui.

Ao CNPq pelo financiamento deste trabalho e a CAPES pela bolsa de estudos concedida.

À SECIRM, por através do ProArquipélago permitir que haja cada vez mais pesquisas no ASPSP.

À toda a equipe do TRANSMAR I e III, por todo o apoio durante as expedições e por dividirem seus conhecimentos adquiridos no mar.

Ào Professor Paulo Travassos, por ter me recebido tão bem no LEMAR, me ensinado em sala de aula muito do que sei hoje e ensinado muito mais em laboratório. Obrigada por ter me proporcionado a oportunidade de conhecer o lugar mais bonito que já estive, o ASPSP. Obrigada por todo o apoio e compreensão durante todos estes anos que passei longe de casa e depois longe do LEMAR. Isso te faz um grande profissional e um grande ser humano. Muito obrigada!

Aos professores do PPG-RPAq pelas aulas dentro e fora de sala de aula.

À equipe do LEMAR e agregados. Exxter, que se tornou uma grande amiga. André, Hudson, Marcos, Lalinho, Sibebe, Karla e Mariana que estavam no dia a dia compartilhando de conhecimentos, expedições, conversas e risadas. Alfredo, quem muito me ajudou neste trabalho desde as marcações, e me ensinando um pouco sobre sons biofônicos... Parceria sempre! E a Natália Priscila, quem me identifiquei logo de cara e muito me ajudou desde a primeira expedição até a finalização deste trabalho. Tu nunca mais vai se livrar de mim!

Às minhas irmãs Renata e Marianna, por serem meu help na elaboração deste trabalho e ao Tarcísio, grande incentivador na vida acadêmica.

À minha mãe, Doris, minha maior incentivadora na vida, por sempre me apoiar e me ensinar desde pequena a encarar a vida de frente. E hoje, ser essa vovó maravilhosa! A Manuela agradece os passeios enquanto eu escrevia.

À minha filha, Manuela, meu presente no final do mestrado e eu não entendo como passei 30 anos sem você. Seu sorriso e seu “mãma” me fazem a pessoa mais feliz do mundo.

Ao meu pai, talvez a parte mais difícil de escrever. Eu sei que por você eu jamais sairia de casa, mas sei o orgulho que tem de mim por ter me visto começar este trabalho e de onde estiver, está me vendo concluir. Obrigada por essa genética que me permite ser sua cópia.

**EU TE AMO.** Um dia a gente se reencontra, tenho certeza.

## Resumo

A albacora laje, *Thunnus albacares*, é uma espécie oceânica epipelágica muito capturada no oceano Atlântico tropical, sendo um importante recurso pesqueiro na região do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP). Poucas pesquisas até o momento tem estudado o comportamento desta espécie de atum nesta localidade, o qual, provavelmente, é influenciado por diversos fatores abióticos e bióticos do oceano. Por esta razão, a presente pesquisa procurou entender o comportamento da albacora laje através do uso de experimentos de marcação por satélite (PAT) a fim de obter informações sobre os deslocamentos circadianos de pequena escala e o seu habitat termobatimétrico preferencial na região do ASPSP. Um total de oito exemplares de albacora laje foram marcados com marcas PAT programadas para operar por períodos de 15 a 120 dias, registrando a temperatura da água, a profundidade e a luminosidade do ambiente para fins de estimativa de deslocamentos. Todas as marcas se desprenderam antes do prazo previsto, com o tempo de marcação variando entre um e treze dias. Os pontos de liberação das marcas ocorreram entre 0,77 e 79,05 mn em um prazo máximo de treze dias do ASPSP, demonstrando que esta espécie permanece por alguns dias na região do arquipélago, o qual é importante região trófica devido a alta concentração de vida marinha, principalmente de peixe-voador (*Cypselurus cyanopterus*). Com os resultados obtidos, foi possível observar uma nítida preferência da espécie pela camada homogênea (0-50 m), cuja temperatura média registrada foi de 27,2°C. O agrupamento dos dados de todos os peixes marcados demonstrou uma permanência de 83,5% do tempo total de experimento na camada homogênea, sendo 46,3% no período noturno (17:00 - 5:00 h) e 37,2% no período diurno. A faixa da termoclina também foi frequentada pelos exemplares marcados, com 12,9% do tempo de marcação e temperaturas entre 13,9°C e 20,3°C. O mergulho mais profundo realizado foi a 488,0 m, com temperatura de 7,3°C. Entretanto, observou-se que este comportamento não é frequente para a espécie, sugerindo algumas hipóteses como a busca por alimento em águas mais profundas, a fuga de predadores ou mesmo a exploração batimétrica pela espécie. Os resultados indicam que a espécie permanece na região em atividade trófica por um determinado período, realizando movimentos circadianos horizontais e verticais no entorno do ASPSP. Novos experimentos são necessários para melhor entender esta dinâmica de deslocamentos realizados pela espécie na região, levando-se em conta melhores condições para fixação das marcas nos peixes.

**Palavras-chave:** Atum, deslocamentos circadianos, ecologia, habitat preferencial, marcação.

## Abstract

The yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, is an epipelagic oceanic species very captured in the tropical Atlantic Ocean, being an important fishing resource in the region of Sao Pedro and Sao Paulo Archipelago (ASPSP). Few researches have studied so far the behavior of this species of tuna in this area, which is probably affected for several biotic and abiotic factors of the ocean. For this reason, this research has tried to found the behavior of yellowfin tuna through the use of marked satellite experiments in order to obtain information on small-scale circadian displacements and their preferential thermophymetric habitat in the ASPSP. A total of eight samples of yellowfin tuna were attached with PAT attached programmed to operate for periods of 15 to 120 days, registering the water temperature, the depth and luminosity of the environment for the purpose of estimation displacement.

All the tags were released before the expected time with the marked time ranging from one to thirteen days and marked released points occurred between 0,77 and 79,05 MN of ASPSP revealing that this specie stay for few days in the archipelago area, which is an important trophic region due to high concentration of marine life, specially flying fish (*Cypselurus cyanopterus*). With the achieved results it was possible to observe a clear preference of the species for the homogenous layers (0-50,0 m) whose average temperature recorded was 27,2°C. Data collection of all tagged fish showed 83.5% of total experiment time in the homogeneous layer, 46.3% at night (17:00 - 5:00 h) and 37.2% at daytime. The thermocline strip was also visited by the labeled specimens, with 12.9% of the marking time and temperatures between 13.9 ° C and 20.3 ° C. The deepest dive was done at 488,0 m with temperature of 7,3°C, however, was noticed that this is not a common behavior for these species, suggesting some hypotheses like the search for food, scape from predators or even a bathymetric exploration by the species.

The results obtained in this study indicate the preference of the species for surface and warm waters of the homogeneous layer in the surroundings of the ASPSP, although sporadic dips to the interior and below the thermocline are realised.

It was also possible to observe that the species remains in the region in trophic activity for some days, although new experiments are necessary to better understand this dynamics of horizontal displacements carried out by the species in the region.

**Key words:** Tuna, circadian displacement, ecology, preferential habitat, attached.

## Lista de figuras

|  | Página |
|--|--------|
| Figura 1: Localização do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP) .....   | 11     |
| Figura 2: Localização do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP) .....   | 16     |
| Figura 3: Marca eletrônica por satélite do tipo PSAT/MK-10 (esquerda) e PAT/Mini-Pat (direita), ambas fabricadas pelo Wildlife Computers. (Foto: Eloisa Monteiro).....   | 19     |
| Figura 4: Distribuição de frequência de comprimento furcal de <i>Thunnus albacares</i> capturadas na região do ASPSP no período de dez/06; jan/07; dez/14; ago/15 (n=362).....   | 21     |
| Figura 5: Pontos de marcação (Tag) e liberação (Pop-up) das marcas MK-10 e Mini-PAT .....  | 22     |
| Figura 6: Tempo de permanência (%) das albacoras lajes nas camadas homogênea, termoclina e na camada abaixo da termoclina durante as primeiras 24 hs de marcação. CH: camada homogênea, TM: termoclina, ATC: abaixo da termoclina..... | 23     |
| Figura 7: Tempo de permanência das albacoras lajes (agrupadas) nas diferentes camadas oceânicas no entorno do ASPSP durante todo o período de marcação. ATC: camada abaixo da termoclina, TC: termoclina e CH: camada homogênea.....   | 23     |
| Figura 8: Tempo de permanência (%) das albacoras lajes nas diferentes camadas oceânicas no entorno do ASPSP durante todo o período de marcação. CH: camada homogênea, TC: termoclina e ATC: abaixo da termoclina.....                  | 24     |
| Figura 9: Valores das profundidades e temperaturas/hora, frequentada pelas albacoras lajes, marcadas com Mini-PAT no entorno do ASPSP.....   | 26     |
| Figura 10: Valores médios das profundidades e temperaturas ao longo de um ciclo de 24 h, durante experimentos realizados com as três albacoras lajes marcadas com Mini-PAT no entorno do ASPSP.....                                    | 26     |
| Figura 11: Perfil vertical das temperaturas da água nas diferentes camadas oceânicas, registrado com as marcas YFT-126, YFT-133 e YFT-111 do oceano Atlântico no entorno do ASPSP, durante os meses de abril e maio de 2016.....       | 27     |

## Lista de tabelas

Página

Tabela 1- Dados dos peixes macracados com os pontos de marcação (TAG) e liberação (Pop-up) das marcas PSAT.....21

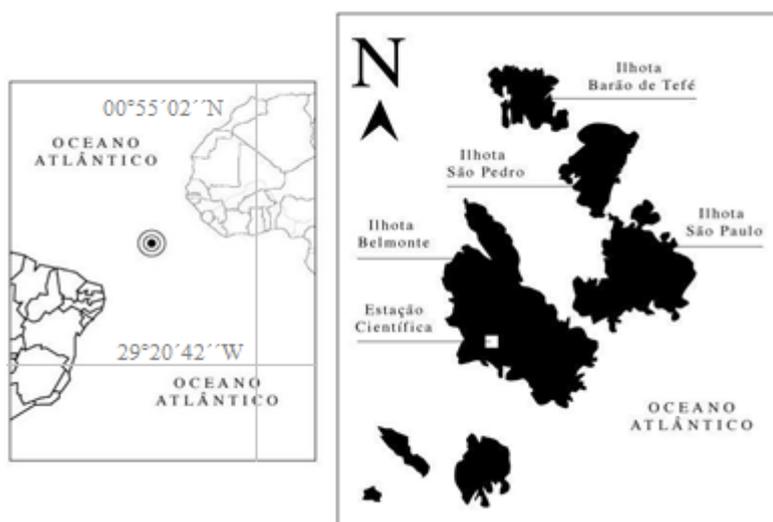
Tabela 2- Profundidade máxima atingida pelas albacoras lajes marcadas com PSATs. ....25

## Sumário

|  | Página |
|--|--------|
| Dedicatória  | 04     |
| Agradecimento  | 05     |
| Resumo   | 06     |
| Abstract   | 07     |
| Lista de figuras   | 08     |
| Lista de tabelas   | 09     |
| 1- Introdução  | 11     |
| 2- Artigo: Deslocamentos horizontais e verticais de pequena escala realizados pela albacora laje <i>Thunnus albacares</i> no arquipélago São Pedro e São Paulo | 14     |
| 3- Considerações finais  | 32     |
| 4- Referências   | 34     |

## Introdução

O arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) está localizado no oceano Atlântico Equatorial ( $00^{\circ}55'02''N$ ;  $29^{\circ}20'42''W$ ) e dista 516,0 milhas náuticas (mn) da costa brasileira (Cabo Calcanhar/RN) e 985,0 mn da costa africana (Guiné-Bissau). Esta região insular do oceano Atlântico é formada por um conjunto de pequenas ilhas rochosas plutônicas, cuja formação ocorreu a partir de uma falha tectônica da Cordilheira Meso-Atlântica, partindo de 4.000 m de profundidade e possuindo seu ponto mais alto a 18,0 m da superfície do mar (CAMPOS, et al.,2005). Devido à sua pequena extensão territorial e ao seu isolamento geográfico no centro do oceano Atlântico, o ASPSP possui uma pobre diversidade de espécies (LUBBOCK e EDWARDS, 1981), no entanto sua localização estratégica apresenta forte influência na vida de várias espécies migratórias de peixes, sendo uma importante região de agregação de vida marinha no Atlântico equatorial (VIANA, et al., 2015), cujas imediações da região oceânica é muito utilizada como área de alimentação, reprodução e abrigo, caracterizando-se como uma região de grande importância trófica para diversas espécies de animais marinhos, entre elas a albacora laje (*Thunnus albacares*) (Bonaterre, 1788) (VASKE JR. et al., 2003). Esta espécie de atum, epipelágica, oceânica, altamente migratória, possui uma grande importância econômica para a pesca, podendo ser capturada em todo o oceano Atlântico, no entanto sua distribuição espacial é influenciada por fatores abióticos, como a concentração de oxigênio dissolvido e a temperatura da água (KORSMEYER et al, 1996) e fatores bióticos, como a disponibilidade de alimentos (BACH et al.,2002).



**Figura 1:** Localização do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP)  
(Fonte: Eloisa Monteiro, Programa Illustrator)

A pesca na região do ASPSP teve início em 1988 (TRAVASSOS,1999; VASKE-JR et al., 2010), sendo a espécie o principal alvo. De acordo com Viana et al. (2007), entre os anos de 1998 e 2006, a albacora laje apresentou o maior índice de captura (55,7%) no entorno do ASPSP, seguida da cavala empinge (*Acanthocybium solandri*) (Cuvier, 1832) (20,6%) e do peixe-voador (*Cheilopogon cyanopterus*) (Valenciennes, 1847) (12,8%). Para as capturas da albacora laje nas imediações do ASPSP são utilizadas a linha de mão e o peixe-voador como isca viva (HAZIN et al., 1998; TRAVASSOS, 1999) durante todo o período noturno até o amanhecer, período em que a espécie se aproxima dos rochedos para se alimentar de peixe-voador (VASKE-JR, et al., 2003) (LESSA e DUARTE-NETO, 2004) (CAMPOS, et al., 2005).

A respeito da biologia e ecologia da albacora laje, diversas pesquisas tem sido realizadas no Atlântico e outros oceanos, no entanto pouco se conhece sobre o comportamento desta espécie no entorno do ASPSP. Muitos métodos de estudo têm sido utilizados para compreender melhor o comportamento e a ecologia desta espécie. Entre eles estão os métodos indiretos, que utilizam dados de esforço e captura de frotas atuneiras, e os métodos diretos, como o uso de marcas plásticas e/ou acústicas (DAGORN et al, 2006). Atualmente se têm utilizado marcas eletrônicas via satélite (PSAT - *Pop-up Satellite Archival Tag*), que permitem obter dados ambientais associados ao deslocamento do animal marcado, fornecendo uma melhor precisão dos hábitos da espécie principalmente no que se refere à temperatura da água, profundidade (pressão) e luminosidade durante todo o período de marcação (MUSYL, et al., 2011).

Neste contexto, para uma melhor compreensão dos aspectos bioecológicos da albacora laje, é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas com a utilização de marcas via satellite (PSAT), relacionando os dados obtidos ao comportamento da espécie (BARD e CAYRÉ, 1991) e ao uso do habitat no entorno do ASPSP, gerando maiores informações que possam subsidiar a adoção de medidas de gestão da pesca e conservação da espécie.

Assim, o objetivo principal do presente trabalho é estimar o tempo de permanência da albacora laje (jovens e adultos) nas imediações do ASPSP, descrevendo seus deslocamentos circadianos de pequena escala, suas prováveis diferenças, bem como seu habitat termobatimétrico preferencial.

**DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS E VERTICAIS DE PEQUENA ESCALA  
REALIZADOS PELA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares* NO ARQUIPÉLAGO  
SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

**RESUMO**

A albacora laje, *Thunnus albacares*, muito capturada no oceano Atlântico tropical, é um importante recurso pesqueiro na região do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP). Poucas pesquisas têm sido realizadas para estudar a distribuição horizontal e vertical desta espécie na região e, por esta razão, a presente pesquisa procurou entender o comportamento da albacora laje através do uso demarcas eletrônicas por satélite (PSAT), a fim de obter informações sobre os deslocamentos circadianos de pequena escala e o seu habitat termobatimétrico preferencial. Desta maneira, foram marcados oito exemplares no período de dezembro/2006 a agosto/2015, com tempo de experimento variando de 15 a 120 dias. Todas as marcas se desprenderam antes do prazo previsto, com o tempo de marcação variando entre um e treze dias e os pontos de liberação das marcas ocorrendo entre 0,77 e 79,5 mn do ASPSP. Com os resultados obtidos foi possível observar uma nítida preferência da espécie pela camada homogênea (0-50,0 m), cuja temperatura média registrada foi de 27,2°C. O agrupamento dos dados de todos os peixes marcados demonstrou que a camada homogênea foi a mais habitada, totalizando 83,5% do tempo total de marcação, sendo 46,3% no período noturno e 37,2% no período diurno, seguida da faixa da termoclina, com permanência de 12,9% do tempo total de marcação, com temperatura entre 13,9°C e 20,3°C, e o mergulho mais profundo atingido foi 488,0 m com temperatura de 7,3°C. No entanto, observou-se que este não é um comportamento frequente para a espécie, sugerindo algumas hipóteses como a busca por alimento, a fuga de predadores ou mesmo a exploração batimétrica. Os resultados obtidos neste estudo indicam uma preferência da espécie por águas superficiais e quentes da camada homogênea no entorno do ASPSP, entretanto, a albacora laje não se restringe apenas a essa camada oceânica, pois realiza mergulhos esporádicos ao interior e abaixo da termoclina. Além disso, foi possível constatar que a espécie permanece por alguns dias na região do arquipélago devido a sua atividade trófica. Ressalta-se também que serão necessários novos experimentos para melhor entender esta dinâmica de deslocamentos horizontais realizados pela espécie na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atum, deslocamentos circadianos, ecologia, habitat preferencial, marcação.

**DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS E VERTICAIS DE PEQUENA ESCALA  
REALIZADOS PELA ALBACORA LAJE *Thunnus albacares* NO ARQUIPÉLAGO  
SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

**ABSTRACT**

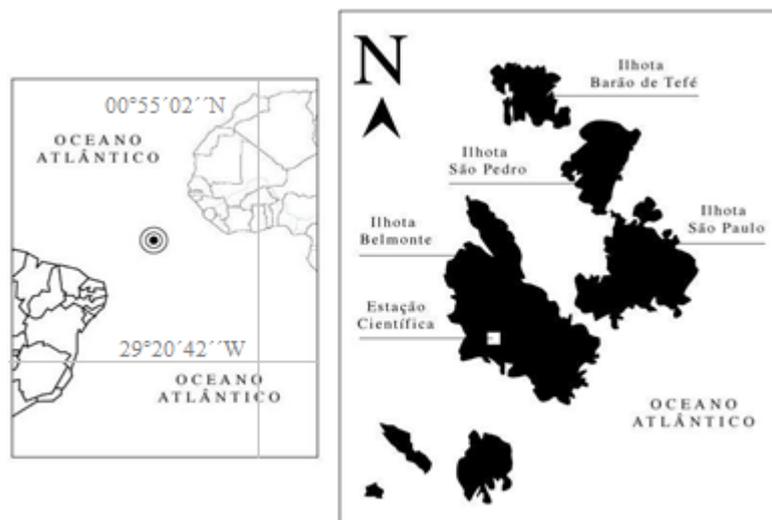
The yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, very captured in the tropical Atlantic Ocean, being an important fishing resource in the region of Sao Pedro and Sao Paulo Archipelago (ASPSP). Few researches have studied so far the horizontal and vertical distribution of this species of tuna in this region. For this reason, this research has tried to found the behavior of yellowfin tuna through the use of marked satellite experiments in order to obtain information on small-scale circadian displacements and their preferential thermophymetric habitat in the ASPSP. In this way, were attached eighth specimen in the period december/2006 to august/2015 attached programmed to operate for periods of 15 to 120 days. All the tags were released before the expected time with the marked time ranging from one to thirteen days and marked released points occurred between 0,77 and 79,05 mn of ASPSP. With the achieved results it was possible to observe a clear preference of the species for the homogenous layers (0-50,0 m) whose average temperature recorded was 27,2°C. The grouping of the all data collection of all tagged fish showed 83.5% of total experiment time in the homogeneous layer, 46.3% at night (17:00 - 5:00 h) and 37.2% at daytime. The thermocline strip was also visited by the labeled specimens, with 12.9% of the marking time and temperatures between 13.9 ° C and 20.3 ° C. The deepest dive was done at 488,0 m with temperature of 7,3°C. However, was noticed that this is not a common behavior for these species being fast dives, suggesting some hypotheses like the search for food, scape from predators or even a bathymetric exploration by the species. The results obtained in this study indicate the preference of the species for surface and warm waters of the homogeneous layer in the surroundings of the ASPSP, however, an yellowfin tuna is not restricted only to this oceanic layer although sporadic dips to the interior and below the thermocline are realised.

It was also possible to observe that the species remains in the region in trophic activity for some days, although new experiments are necessary to better understand this dynamics of horizontal displacements carried out by the species in the region.

**Key words:** Tuna, circadian displacement, ecology, preferential habitat, attached.

## INTRODUÇÃO

O arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), localizado no oceano Atlântico Equatorial (00°55'02"N; 29°20'42"W), dista 516,0 milhas náuticas (mn) da costa brasileira (Cabo Calcanhar/RN) e é formado por um conjunto de pequenas ilhas rochosas plutônicas, cuja formação ocorreu a partir de uma falha tectônica da Cordilheira Meso-Atlântica (CAMPOS, et al.,2005).



**Figura 2:** Localização do Arquipélago São Pedro e São Paulo (ASPSP).

Devido à sua pequena extensão territorial e ao seu isolamento geográfico no centro do oceano Atlântico, o ASPSP possui uma pobre diversidade de espécies (LUBBOCK e EDWARDS, 1981). No entanto, o arquipélago oferece uma localização estratégica de forte influência no ciclo de vida de várias espécies migratórias de peixes que utilizam as imediações da região oceânica como área de alimentação, reprodução e abrigo, caracterizando-se como uma área de grande importância trófica para diversas espécies de animais marinhos, entre elas a albacora laje (*Thunnus albacares* Bonaterre, 1788) (VASKE Jr. et al., 2003).

A albacora laje é uma espécie tropical oceânica altamente migratória e cosmopolita, sendo encontrada nos oceanos Pacífico, Índico e Atlântico, e possuindo grande importância econômica e pesqueira (TRAVASSOS, 1999). Apesar de ser muito encontrada na região do ASPSP durante todo o ano, é principalmente durante o primeiro trimestre que esta espécie é mais abundante na região para fins tróficos, utilizando o peixe voador holandês (*Cheilopogon Cyanopterus*) como sua principal fonte de energia (VASKE-JR et al. 2003), caracterizando o ASPSP como um importante ponto ecológico para esta espécie.

A pesca na região do ASPSP teve início em 1988 (TRAVASSOS, 1999) (VASKE- JR,et al.,2010), sendo a albacora laje o principal alvo e, de acordo com VIANA et al. (2007), entre os anos de 1998 e 2006 esta espécie apresentou o maior índice de captura (55,7%) no entorno do

ASPSP, seguida da cavala empinge (*Acanthocybium solandri*) (20,6%) e do peixe-voador (*Cypselurus cyanopterus*) (12,8%). As capturas das albacoras lajes nas imediações do ASPSP ocorrem com o uso de linha de mão, sendo o peixe-voador usado como isca viva (HAZIN *et al.*, 1998; TRAVASSOS, 1999) durante todo o período noturno até ao amanhecer, período em que a espécie se aproxima dos rochedos para se alimentar (VASKE-JR, *et al.*, 2003) (LESSA e DUARTE-NETO, 2004) (CAMPOS, *et al.*, 2005).

Ao longo dos anos tem sido crescente a preocupação com a conservação e equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, sobretudo no que diz respeito ao uso dos diversos habitats frequentados pelas espécies. Sendo assim, diversos trabalhos a respeito do comportamento da albacora laje tem sido realizados nos três oceanos. Métodos de estudo recentes têm sido utilizados para compreender melhor o comportamento e a ecologia de diversas espécies. É o uso das marcas eletrônicas via satélite (PSAT - *Pop-up Satellite Archival Tag*), que permitem obter dados ambientais associados aos deslocamentos verticais e horizontais do animal marcado e fornecer uma melhor compreensão dos seus habitats preferenciais, principalmente no que se refere à temperatura da água, profundidade (pressão) e luminosidade durante todo o período de marcação (MUSYL, *et al.*, 2011), possibilitando através desses parâmetros, inferir algumas características ecológicas da espécie (KLIMLEY *et al.* 1988).

Desta forma, mesmo havendo diversos estudos acerca da ecologia da albacora laje nos oceanos em que habitam, ainda pouco se conhece sobre seu comportamento na região equatorial do oceano Atlântico no entorno do ASPSP. Assim, o uso desta tecnologia permite que estudos etológicos sejam realizados a fim de corroborar com as informações já existentes sobre a ecologia e as características comportamentais dessa espécie, identificando seu habitat preferencial e suas prováveis rotas migratórias (WORM *et al.*, 2003).

Com os resultados obtidos, espera-se fornecer importantes informações sobre a albacora laje acerca do deslocamento vertical e distribuição espaço-temporal em pequena escala na região do ASPSP, colaborando com importantes informações sobre a ecologia da espécie, de forma que os resultados gerados possam contribuir cada vez mais para a conservação da espécie nesta região.

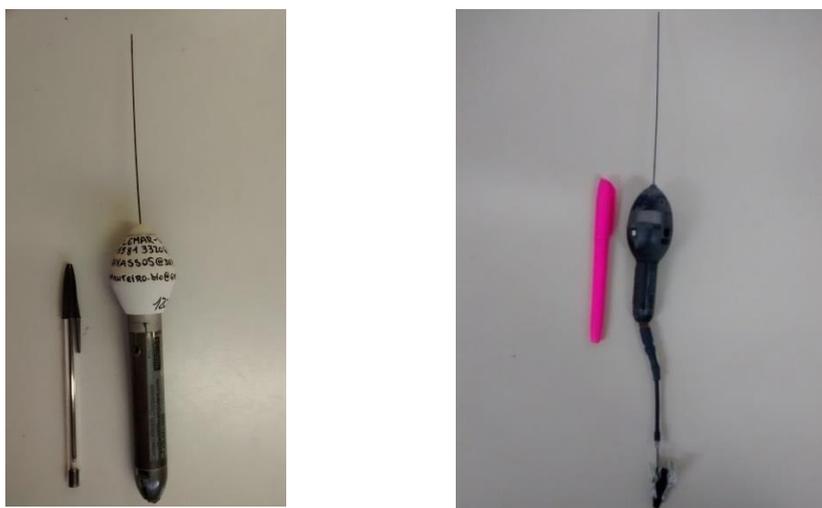
## **MATERIAL E MÉTODOS**

Durante as expedições ao ASPSP, que ocorreram em dezembro de 2006, janeiro de 2007, dezembro de 2014 e abril de 2015, um total de 362 espécimes de albacoras lajes, todas capturadas pela pesca com linha de mão, tiveram seu comprimento furcal medido a fim de estimar a proporção de juvenis e adultos através da distribuição da frequência de comprimento.

Para as análises dos dados, foram considerados os tamanhos dos indivíduos relacionando-os como jovens ou adultos de acordo com o comprimento de primeira maturação sexual (L50%), igual a 115,1 cm de comprimento furcal (CF), determinado para a espécie (Diaha, et al., 2015).

A fim de compreender melhor os hábitos e comportamentos dessa espécie, principalmente no que se refere a sua permanência nas adjacências do ASPSP e sua distribuição espaço-temporal em pequena escala, foram realizados experimentos de marcação utilizando marcas por satélite em oito albacoras lajes, medindo entre 98 e 141 cm de comprimento furcal.

Todos os exemplares marcados foram capturados com o uso de linha de mão utilizando o peixe-voador como isca viva, método que propicia peixes em excelentes condições fisiológicas para os experimentos de marcação. As marcações das albacoras lajes foram realizadas entre os anos de 2006 e 2015, com cinco marcas eletrônicas do tipo MK-10 e três marcas eletrônicas do tipo mini-PATs, ambas da Wildlife Computers (Figura 3). Todas as marcas antes de serem fixadas nos peixes foram programadas em laboratório quanto ao tempo de experimento em dias, quanto as escalas de profundidade e de temperatura da água. As marcas Mini-Pat contam com a função “time series”, que registra os valores exatos da profundidade (em metros) e da temperatura (em °C), permitindo uma melhor análise do comportamento do peixe. Já as marcas MK-10 não possuem este recurso, registrando os valores da profundidade e temperatura em intervalos de valores pré-definidos para cada um dos parâmetros



**Figura 3:** Marca eletrônica por satélite do tipo PSAT/MK-10 (esquerda) e PAT/Mini-Pat (direita), ambas fabricadas pelo Wildlife Computers. (Foto: Eloisa Monteiro)

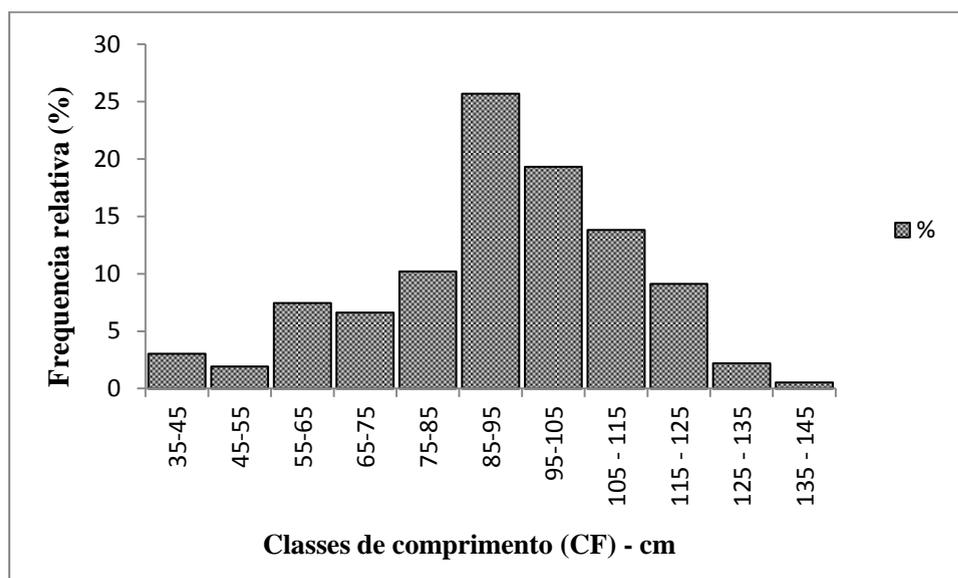
As marcas MK-10 foram fixadas em cinco peixes e programadas para permanecerem por um período de 15 dias (n=1), 30 dias (n=1) e 120 dias (n=3) e as três marcas Mini-PATs foram programadas para 120 dias cada. As MK-10 foram programadas para registrarem as temperaturas entre 4,0°C e 30,0°C e as profundidades entre 0 e 500,0 m. As marcas Mini-PAT foram programadas para registrar os dados entre 5,0°C e 30,0°C e entre 0 m e 1000 m de profundidade. Todas as marcas foram programadas para coletarem os dados a partir do momento em que entrassem em contato com a água, registrando os horários de acordo o fuso GMT (meridiano de Greenwich). Durante as análises, os horários foram reduzidos em duas horas, seguindo o horário local do ASPSP.

Os dados coletados pelas marcas dos peixes, em relação à temperatura da água e à profundidade frequentada durante seus deslocamentos, foram armazenadas nas próprias marcas durante todo o período em que estiveram fixadas ao animal. Estes dados foram recuperados quando a marca, ao desprender-se automaticamente do animal, atingiu a superfície do mar transmitindo tais informações para os satélites em órbita da Terra, que, por sua vez, retransmitiram os dados para a central do sistema ARGOS (CLS, Toulouse/França) e por acesso via internet, foi possível obter todas as informações coletadas.

As fixações das marcas foram feitas a bordo, com os peixes dispostos sobre um tapete emborrachado, olhos vendados, com um fluxo de água do mar circulante (através de uma mangueira da embarcação) passando pela boca e brânquias do animal, permitindo assim sua respiração. As marcas foram fixadas no dorso dos peixes, no terceiro espinho da primeira nadadeira dorsal, sendo fixadas com uma ponteira plástica inserida na musculatura com o auxílio de bastão próprio para este fim. O procedimento de marcação durou cerca de um minuto, incluindo a medição do comprimento total e furcal (cm) de cada exemplar. Durante as análises dos dados, todos os peixes marcados foram identificados com a sigla “YFT” (yellowfin tuna) e seu comprimento furcal.

## **RESULTADOS**

Os tamanhos dos 362 exemplares de albacoras laje medidos variaram entre 35 cm e 141 cm de comprimento furcal, com moda na classe 85 F- 105 cm, representando 35,9 % do total de indivíduos amostrados (figura 4). A quase totalidade dos exemplares mensurados (88,1%), foi composta por peixes jovens e pré-adultos, com comprimento inferior a 115,1 cm CF, tendo como base o tamanho de primeira maturação sexual proposto por Diaha et al., 2016 .



**Figura 4:** Distribuição de frequência de comprimento furcal de *Thunnus albacares* capturadas na região do ASPSP no período de dez/06; jan/07; dez/14; ago/15 (N = 362 exemplares).

Todas as marcações ocorreram próximas ao ASPSP e as marcas se desprenderam antes do prazo previsto, conforme informações detalhadas na tabela 1, totalizando 30.190 minutos de experimento. Dos oito peixes marcados, seis tiveram seus dados enviados via satélite, pois duas marcas MK-10 não reportaram seus dados.

**Tabela 1:** Dados dos pontos de marcação (TAG) e liberação (Pop-up) das marcas MK-10 e Mini-PAT.

| Peixe   | Marca    | Data da marcação      | Coordenadas        | Data da liberação da marca | Coordenadas        | Horas de experimento | Distância (mn) |
|---------|----------|-----------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|----------------------|----------------|
| YFT-120 | MK- 10   | 11/nov/06<br>10:54 hs | 0°54'N;<br>29°22'W | 14/dez/06                  | 2°09'N;<br>29°34'W | 74 horas             | 76,4           |
| YFT-141 | MK- 10   | 11/nov/06<br>10:45 hs | 0°54'N;<br>29°22'W | 17/dez/06                  | 1°15'N;<br>29°35'W | 153 horas            | 25,0           |
| YFT-109 | MK-10    | 14/dez/14<br>00:10 hs | 0°55'N;<br>29°20'W | 14/dez/14                  | 0°47'N;<br>29°34'W | 14 horas             | 16,6           |
| YFT-126 | Mini-PAT | 26/abr/15<br>00:05 hs | 0°55'W;<br>29°20'N | 03/mai/15                  | 0°54'N;<br>29°19'W | 184 horas            | 0,77           |
| YFT-133 | Mini-PAT | 26/abr/15<br>00:40 hs | 0°55'N;<br>29°20'W | 27/abr/15                  | 1°57'N;<br>29°10'W | 44 h 30 m            | 62,6           |
| YFT-111 | Mini-PAT | 26/abr/15<br>00:50 hs | 0°55'N;<br>29°20'W | 27abr/15                   | 2°10'N;<br>29°46'W | 33 h 30 m            | 79,5           |

mn: milhas náuticas entre os pontos de marcação e liberação das marcas MK-10 e Mini-PAT.

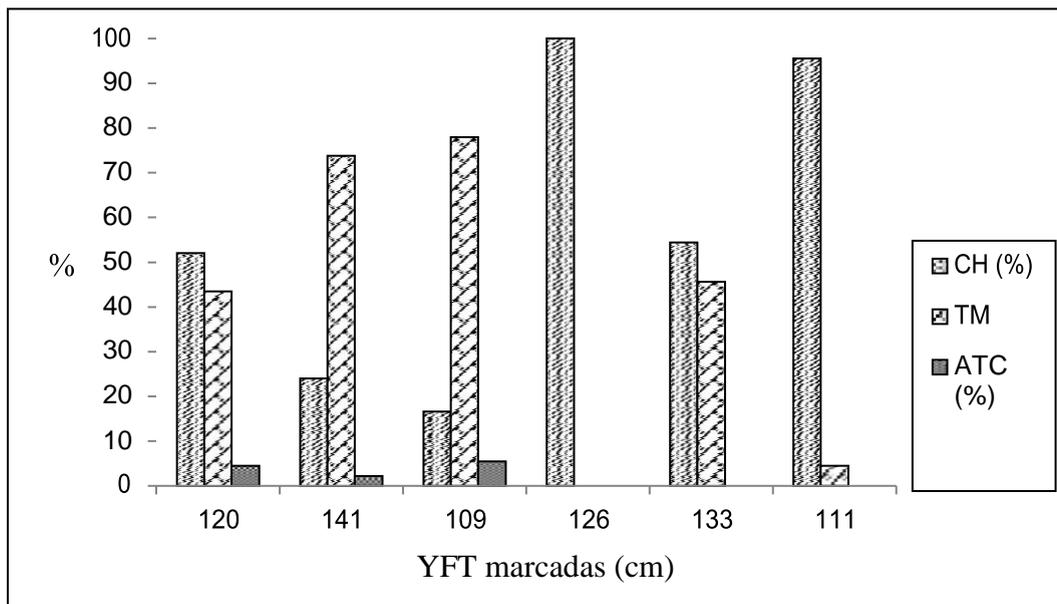
A YFT-126 foi a que permaneceu por mais tempo com a marca fixada, totalizando 13 dias. Em contrapartida, os três exemplares YFT-109, YFT-120 e YFT-133 tiveram apenas um dia de marcação. Conforme observa-se na figura 5, as liberações das marcas ocorreram a uma distância entre 0,77 mn (YFT-126) e 79,05 mn (YFT-111) a partir dos pontos de marcação.

Devido à curta duração dos experimentos, nenhum registro de geolocalização foi gerado pelas marcas, impedindo a efetiva análise dos deslocamentos horizontais dos peixes marcados. Entretanto, em decorrência desta curta duração, foi possível fazer inferências sobre os deslocamentos realizados pelos espécimes estudados a partir da avaliação das posições geográficas da marcação e liberação das marcas. De um modo geral, os peixes marcados permaneceram próximos ao ASPSP durante o período em que estiveram com suas marcas fixadas, entre 1 e 13 dias, demonstrando, pelo menos durante este período, certa dependência e vinculação ao ASPSP, muito provavelmente devido a suas atividades tróficas.



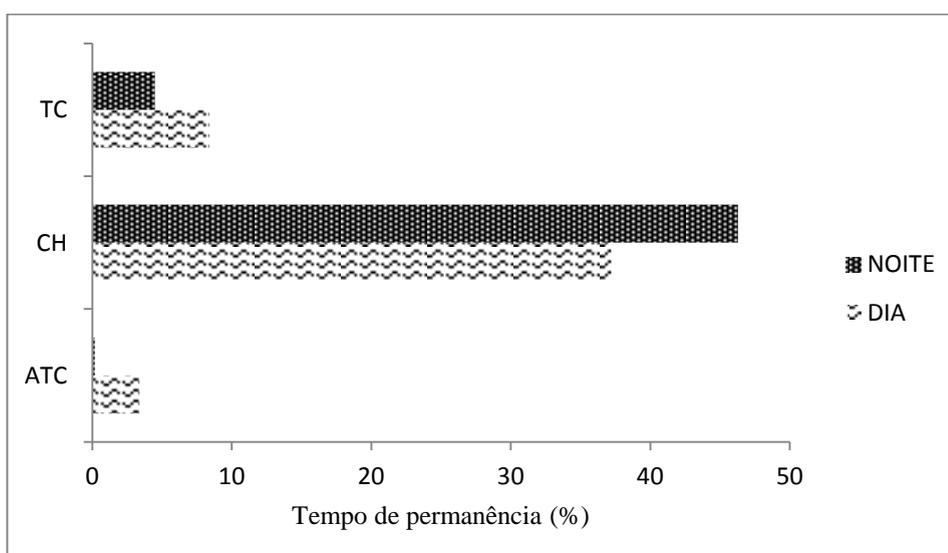
**Figura 5:** Pontos de marcação (Tag) e liberação (Pop-up) das marcas MK-10 e Mini-PAT.

No que se referem aos deslocamentos verticais, todas as albacoras lajes marcadas apresentaram diferentes comportamentos circadianos durante as primeiras 24 horas de marcação (figura 6). Durante esse período, pôde-se observar que a YFT-126 permaneceu exclusivamente na camada homogênea (CH) e a YFT-111 permaneceu quase que exclusivamente nesta mesma camada, realizando, entretanto, poucas incursões em camadas mais profundas, inclusive abaixo da termoclina (ATC). A YFT-133, assim como a YFT-120, realizaram diversos mergulhos entre a camada homogênea e a faixa da termoclina (TM) e a YFT-109 e YFT-141 permaneceram por mais tempo na faixa da termoclina do que na camada homogênea.



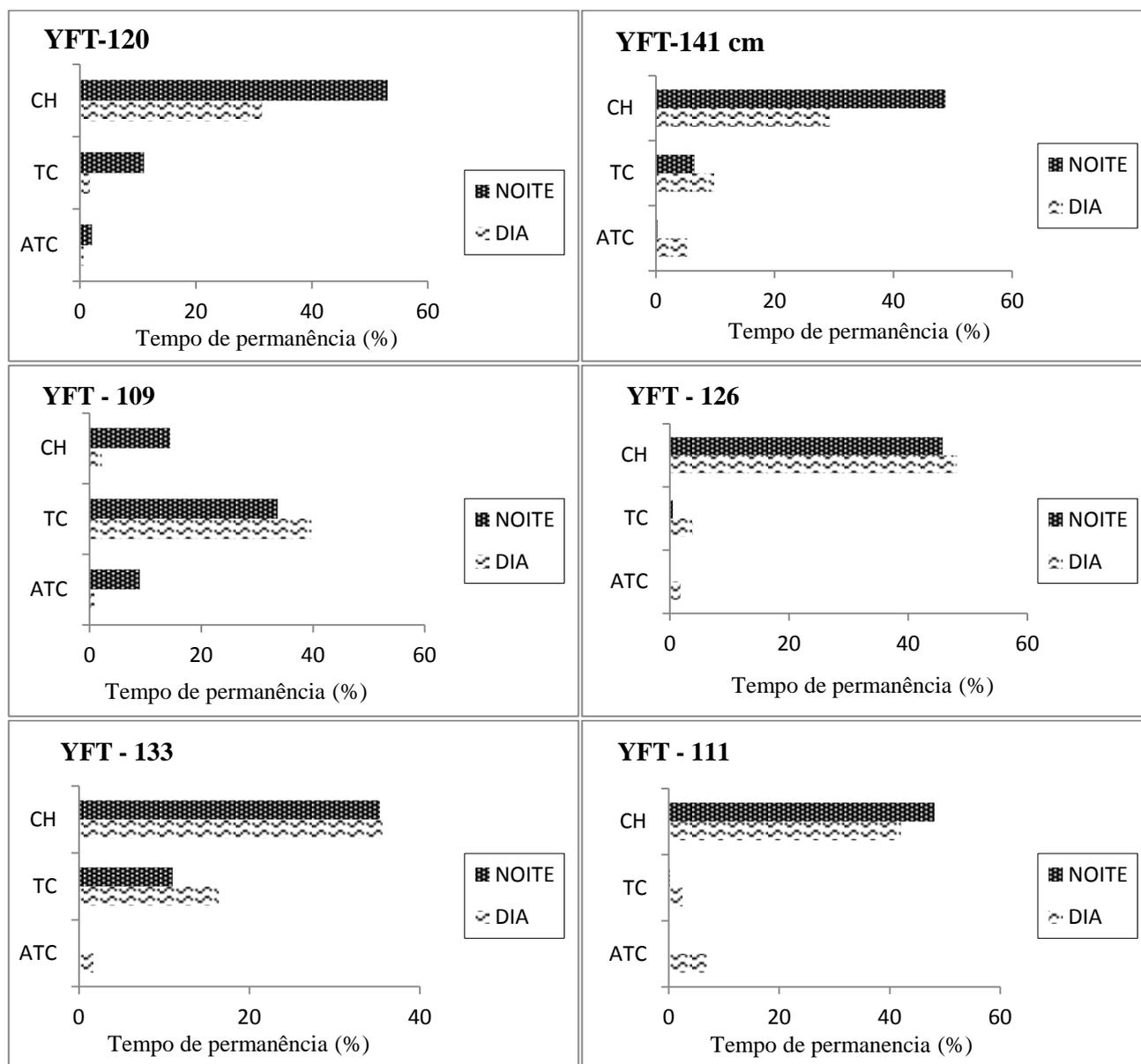
**Figura 6:** Tempo de permanência (%) das albacoras lajes nas camadas homogênea, termoclina e na camada abaixo da termoclina durante as primeiras 24 hs de marcação. CH: camada homogênea, TM: termoclina, ATC: abaixo da termoclina.

Analisando os dados agrupados de todos os peixes marcados, foi possível observar uma maior preferência da espécie pela camada homogênea (0-50,0 m), na qual foi registrada uma frequência de 83,5% do tempo, sendo 46,3% deste total no período noturno (17:00-5:00 h) e 37,2% no período diurno (5:00- 17:00 h). Para a faixa da termoclina, a frequência dos espécimes marcados durou 12,9% do tempo total de marcação, sendo 8,4% durante o dia e 4,5% durante a noite. No que se refere à camada abaixo da termoclina, foi observado um período de permanência de 3,4% durante o dia e 0,2% durante a noite (figura 7).



**Figura 7:** Tempo de permanência das albacoras lajes (agrupadas) nas diferentes camadas oceânicas no entorno do ASPSP durante todo o período de marcação. ATC: camada abaixo da termoclina, TC: termoclina e CH: camada homogênea.

Para as análises realizadas separadamente para cada peixe marcado, foram observados diferentes comportamentos, independente do tamanho do peixe (figuras 8). Os exemplares YFT-111, YFT-120, YFT-126 e YFT-141 permaneceram mais de 50% do tempo na camada homogênea, em temperaturas que variaram entre 26,8°C e 27,9°C e os exemplares YFT-109 e YFT-133 permaneceram respectivamente 73,4% e 27,4% do tempo de marcação na camada da termoclina, cuja temperatura variou entre 13,9°C e 20,3°C.



**Figura 8:** Tempo de permanência (%) das albacoras lajes nas diferentes camadas oceânicas no entorno do ASPSP durante todo o período de marcação. CH: camada homogênea, TC: termoclina e ATC: abaixo da termoclina.

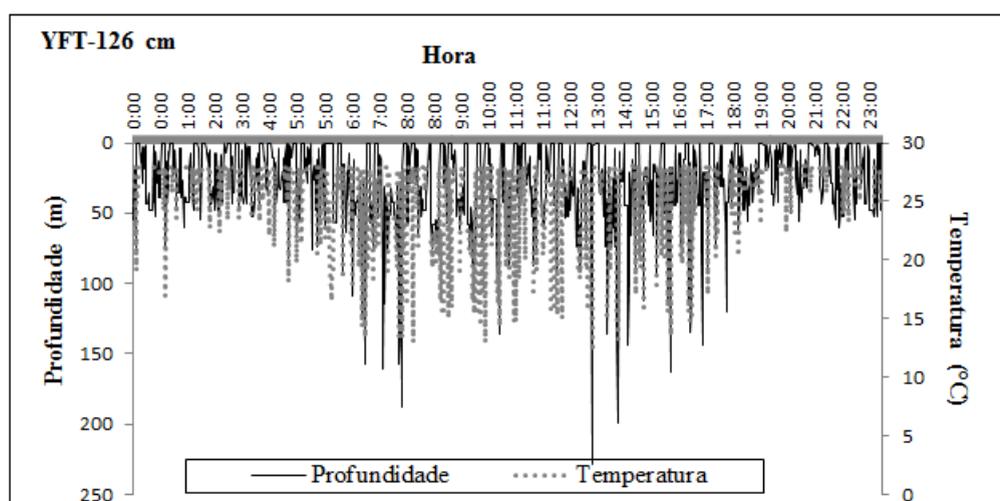
Com exceção do YFT - 126, todos os exemplares marcados realizaram mergulhos abaixo da termoclina, apesar deste comportamento ter sido pouco frequente. Os mergulhos mais profundos abaixo desta camada foram realizados pela YFT-120, que atingiu a profundidade

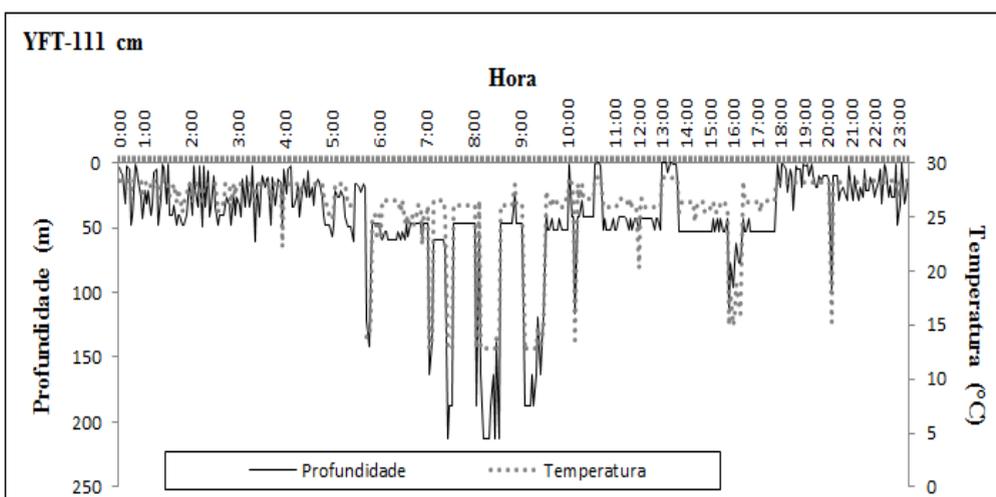
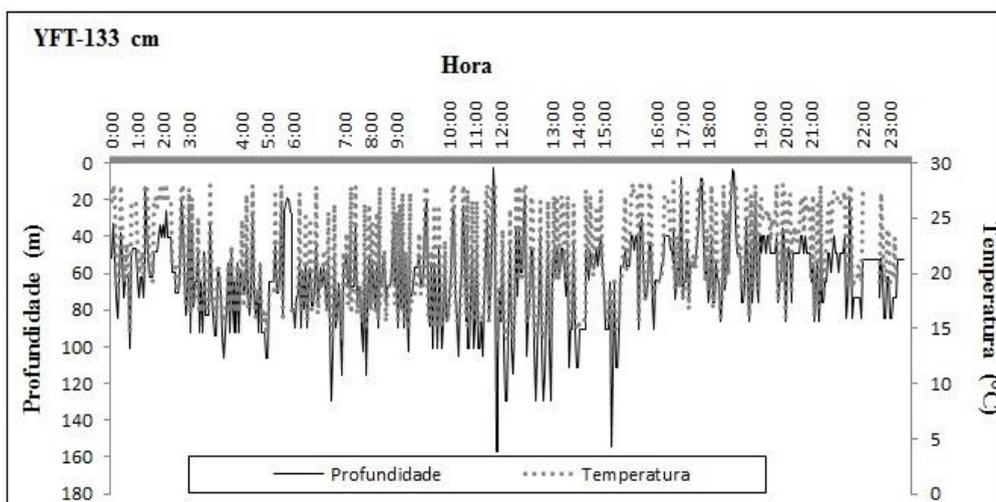
máxima de 488,0 m, com temperatura de 7,3°C, e a YFT-141,0 que chegou a 408,0 m, com temperatura de 8,3°C (tabela 2). Ambos os mergulhos ocorreram ainda nas primeiras 24 horas após a marcação, indicando comportamento provavelmente decorrente de efeitos da fixação da marca no dorso do animal.

**Tabela 2:** Profundidade máxima atingida pelas albacoras lajes marcadas com PSATs:

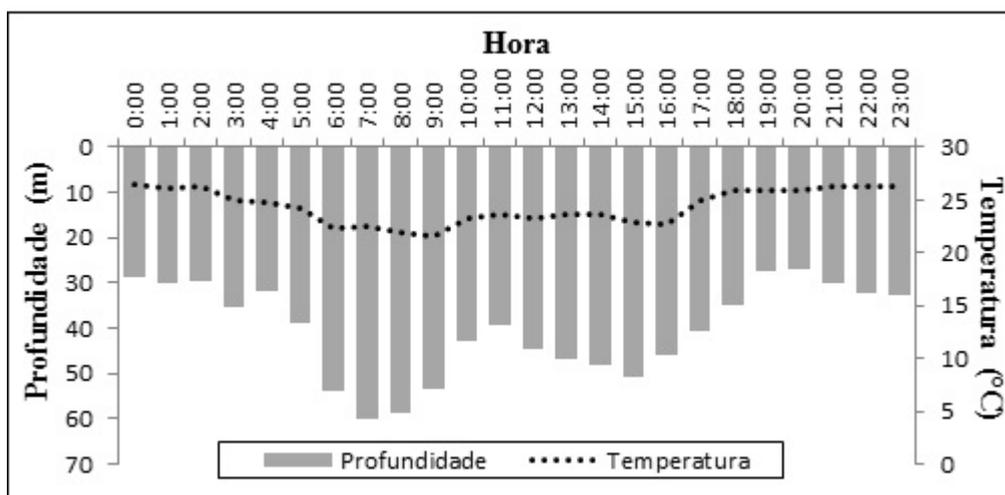
| Peixe   | Mergulho máximo (m) | Temperatura (°C) | Período |
|---------|---------------------|------------------|---------|
| YFT-120 | 488                 | 7,3°             | Diurno  |
| YFT-141 | 408                 | 8,3°             | Diurno  |
| YFT-109 | 300                 | 14,0°            | Diurno  |
| YFT-126 | 228,5               | 12,2             | Diurno  |
| YFT-133 | 157                 | 13,7°            | Diurno  |
| YFT-111 | 212,5               | 12,8°            | Diurno  |

Com os dados coletados pelas marcas Mini-PATs pôde-se observar que a albacora lajeapresenta uma preferência pela camada homogênea durante o período noturno e ao amanhecer, permanecendo exclusivamente nesta faixa entre às 21:00 hs e 5:00 hs. Visitas às camadas mais profundas, alcançando toda a faixa da termoclina, ocorreram após este horário, no início da manhã. Além disso, com os dados coletados por estas mesmas marcas, foi possível inferir que as albacoras lajes realizam algumas incursões na camada abaixo da termoclina. Estes mergulhos ocorrem principalmente durante o período matutino e, com menor frequência, durante a tarde, não sendo registrada ocorrência de incursões nesta faixa de profundidade durante o período noturno.





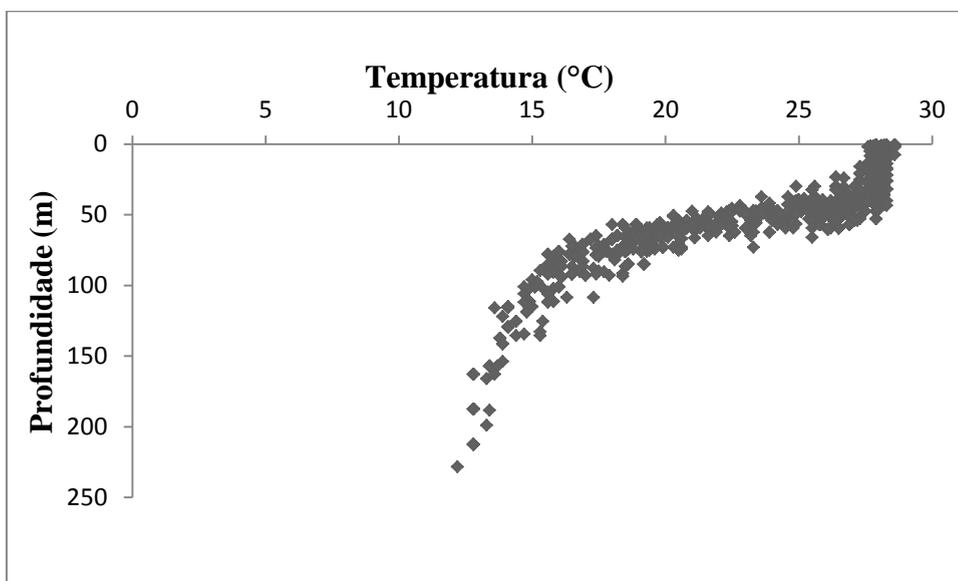
**Figura 9:** Valores das profundidades e temperaturas/hora, frequentada pelas albacoras lajes, marcadas com Mini-PAT no entorno do ASPSP.



**Figura 10:** Valores médios das profundidades e temperaturas ao longo de um ciclo de 24 h, durante experimentos realizados com as três albacoras lajes marcadas com Mini-PAT no entorno do ASPSP.

### *Termoclina*

A partir dos dados obtidos também com o uso das marcas Mini-PAT, foi possível observar uma termoclina bem definida entre 50,0 m e 100,0 m de profundidade, com as temperaturas da água variando entre 14,7°C e 26,8°C e média de 20,5°C. A temperatura média registrada na camada homogênea foi de 27,2°C, com variação entre 27,9°C e 28,6°C e para a camada abaixo da termoclina, a temperatura média registrada foi de 14,1°C, (Figura 11).



**Figura 11:** Perfil vertical das temperaturas da água nas diferentes camadas oceânicas, registrado com as marcas YFT-126, YFT-133 e YFT-111 do oceano Atlântico no entorno do ASPSP, durante os meses de abril e maio de 2016.

## **DISCUSSÃO**

Análises acerca da proporção de capturas de albacoras lajes capturadas no entorno do ASPSP, região equatorial do oceano Atlântico, apontam que as capturas desta espécie ocorrem com exemplares variando entre 35,0 e 191,0 cm de comprimento furcal, sendo consituída por indivíduos jovens e adultos. Resultados similares foram observadas no presente trabalho, cujos exemplares capturados tiveram seu comprimento furcal variando entre 35,0 e 141,0 cm. Essas medidas foram próximas as

descritas por Vaske-Jr et al. (2003), cujo autor, para a mesma região, utilizou o mesmo método de captura e observou indivíduos entre 46,0 e 148,0 cm (CF). Em pesquisa realizada por Lessa e Duarte-Neto (2004), para indivíduos capturados com o uso de espinhel na região oeste do oceano Atlântico, os autores observaram comprimento furcal variando entre 42,0 e 191,0 cm, configurando que a diferença de comprimento entre os indivíduos adultos provavelmente ocorreu devido ao método de pesca utilizado.

Nos últimos anos a tecnologia tem auxiliado cada vez mais as pesquisas sobre migração e ocupação do habitat oceânico e com isso o uso de marcas eletrônicas do tipo *Pop-up Satellite Archival Tags* (PSAT) tem se tornado uma importante ferramenta para estudos de comportamento de diversas espécies marinhas. Esta ferramenta tem contribuído para o aumento do conhecimento sobre movimentos em diferentes escalas, tanto horizontais quanto verticais, e a ocupação do habitat oceânico de diversas espécies marinhas, incluindo grandes predadores como os atuns (SCHAEFER et al., 2014). Entretanto, essa tecnologia apresenta ainda alguns inconvenientes, como a mortalidade decorrente do próprio processo de marcação e os baixos retornos dos dados via satellite, devido à possíveis falhas de transmissão ou armazenamento dos dados, ou até mesmo pelo desprendimento precoce dessas marcas (MUSYL et al., 2011), que pode ocorrer por fatores como o dilaceramento do músculo ou mesmo pela morte do animal. Esses mesmos autores, em experimentos de marcação com 491 PSATs fixados em peixes teleósteos e tubarões, observaram que 80% das marcas se desprenderam antes do previsto, assim como no presente trabalho, cujas marcas se desprenderam antes do tempo programado. Essa problemática com fixação das marcas tem sido bastante observada por diversos autores, como Arrizabalaga (2005) que descreve a fixação das marcas como a fase mais delicada deste tipo de experimento, pois quando fixada apenas no tecido muscular do animal pode se desprender internamente devido a dilaceração do músculo provocada pela resistência da água no marcador. Outros fatores que também podem ser considerados são a falha no sistema de liberação automática da marca ou mesmo a morte do indivíduo, causada devido a infecção ou estresse durante o processo de marcação. Desta forma, é importante que haja uma técnica ideal de fixação deste tipo de marca, de forma que gere o menor estresse possível no animal e este possa manter seu comportamento natural, contribuindo com melhores informações a respeito da ecologia da espécie.

No que diz respeito ao comportamento da albacora laje, hipóteses como a disponibilidade de alimentos, as temperaturas da água e as variações sazonais e anuais têm indicado serem fatores dominantes na determinação da distribuição e abundância desta espécie (SCHAEFER et al., 1963), que possui características epipelágica oceânica e preferência térmica entre 18,0°C e 31,0°C. Como citado por Brill et al. (1999), os autores sugerem que o limite da faixa vertical da espécie, *Thunnus albacares*, seja associado à diferença da temperatura da água entre as diversas camadas oceânicas.

Ao longo dos últimos anos diversas pesquisas registraram que essa espécie de atum apresenta distribuição vertical influenciada pela estrutura termal da coluna de água, passando cerca de 90% do seu tempo em camadas com temperatura superior a 22,0°C (ICCAT, 2006) e raramente menos de 8,0°C (BRILL et al. 1999).

Essas mesmas características foram bem observadas no presente trabalho, pois para o período total de marcação foi registrada a permanência de 83,5% na camada de mistura (T°C média 27,2°C) e 12,9% na faixa da termoclina (T°C média 20,2°C). No entanto, foi registrado um mergulho máximo de 488,0 m a uma temperatura de 7,3°C, confirmado assim as citações de Dagorn et al. (2006), cujo autor defende que a espécie *Thunnus albacares* ocupa preferencialmente a camada homogênea e a termoclina pelo fato de estarem fisiologicamente restritas as temperaturas da água, no entanto apresentam capacidade fisiológica e hábito comportamental em realizar mergulhos nas camadas mais profundas e frias do oceano.

Ainda no oceano Atlântico, Weng et al. (2009) realizou estudos com a mesma espécie no Golfo do México, através do uso de marcas PSATs, observando que os peixes analisados apresentaram distribuição preferencial pela camada homogênea (0-50 m) ou termoclina (50-500,0 m), permanecendo cerca de 93,0% do tempo nos primeiros 200,0 m de profundidade, com temperatura mínima registrada em cerca de 16,0°C. No entanto, houve um registro de um exemplar de 154,0 cm (CF) que atingiu 432,0 m de profundidade a uma temperatura de 12,6°C, no entanto estes exemplares gastaram a maior parte de seu tempo nos primeiros 200,0 m de profundidade, realizando breves mergulhos abaixo desta faixa.

Pesquisas realizadas no oceano Índico e Pacífico mostraram padrões de distribuição das albacoras lajes similares às encontradas no oceano Atlântico. Em Seychelles, no oceano Índico, Dagorn et al. (2006) realizaram marcações em albacoras

lajes e observaram que um exemplar, jovem, de 134,0 cm CF, capturado próximo a um Dispositivo Concentrador de Peixes (DCP) permaneceu 85,0% do tempo na camada homogênea, que ocorre até os 75,0 m de profundidade e esse mesmo indivíduo, realizou um mergulho a 1.160,0 m de profundidade, suportando, mesmo que por um curto período de tempo, temperatura de 5,8°C. Com base nestas observações, os autores sugerem que mesmo não sendo um comportamento típico para a espécie, esta realiza profundos mergulhos em busca de alimentos ou mesmo pela fuga de predadores. Outra hipótese também considerada pelo autor, é o indivíduo identificar a marca como um parasita e buscar águas mais frias a fim de se livrar desse corpo, porém, não há informações sobre o efeito de parasitas no comportamento dessa espécie. Nas ilhas Havaianas Brill et al. (1999) observaram, com o uso de marcação por telemetria acústica, que a espécie realizou incursões em águas mais profundas, atingindo a temperatura mínima de 18,0°C, sendo 8,0°C mais baixa que a temperatura da camada homogênea. Este comportamento demonstra capacidade fisiológica da espécie em realizar mergulhos profundos, porém não configura como um hábito frequente, pois dos cinco exemplares adultos marcados, todos passaram entre 60,0 % e 80,0 % do tempo nos primeiros 100,0 m de profundidade, com temperatura em torno de 26,0 °C, ou seja, dentro ou logo abaixo da camada homogênea (0-70,0 m).

Ainda para a região do oceano Pacífico, Schaefer et al. (2011), na Baía da Califórnia, utilizou marcas via satélite para analisar os movimentos horizontais e verticais de 126 albacoras lajes, associando-os a utilização do habitat pela espécie, na qual foram observadas diferenças nos padrões de comportamento entre os indivíduos marcados. Estes autores observaram que mais de 80,0 % dos peixes permaneceram essencialmente entre a superfície e os primeiros 50,0 m de profundidade durante a noite e nunca ultrapassando os primeiros 100,0 m de profundidade durante o dia. Dessa forma, os autores apontam que esta espécie exibe um padrão de mergulho oscilatório, com movimentos verticais das albacoras lajes predominantemente restritos as profundidades da camada de mistura, porém possuem capacidade de realizar mergulhos na faixa da termoclina e ocasionalmente, por curtos períodos de tempo, atingem a camada abaixo da termoclina. Tais informações indicam semelhança com a presente pesquisa, pois como já apresentado, foi observada uma maior frequência das albacoras lajes na camada homogênea, seguida da faixa da termoclina, o que demonstra, em

confronto com outras pesquisas, não haver diferenças relevantes no comportamento da espécie, independente da região em que habita.

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa e em trabalhos realizados por diferentes autores em regiões não semelhantes ao Arquipélago São Pedro e São Paulo, pode-se inferir que a espécie *Thunnus albacares* habita preferencialmente a camada homogênea durante a noite e águas mais profundas durante o dia, demonstrando que este padrão comportamental está diretamente relacionado a temperatura da água e a estrutura vertical do oceano, indicando maior tolerância ao frio (BRILL et al., 1999 e KITAGAWA et al., 2000). Devido a capacidade desta espécie realizar diferentes padrões de mergulhos, é possível sugerir que a albacora laje possui preferência pela camada de mistura, realizando repetitivos saltos e mergulhos (bounce-diving) durante o dia, a procura de presas (SCHAEFER et al., 2014) e possui tolerância fisiológica para águas com baixas temperaturas, apresentando este comportamento como estratégia à procura por alimentos (ROPER e YOUNG, 1975 e ROPER, et al., 1984), cefalópodes (VASKE-JR et al., 2009), crustáceos e uma grande variedade de teleósteos que exibem migrações verticais (BUCKLEY e MILLER, 1994; MENARD et al., 2000; GRAHAM et al., 2007; VASKE-JR et al., 2009), além de peixes meso-pelágicos e lulas de águas mais profundas (MAYNARD et al., 1975). Outras hipóteses consideradas para este comportamento são a possibilidade de evitarem predadores (DAGORN, 2006; WENG et al., 2009; SCHAEFFER et al., 2011) e a exploração batimétrica (SCHAEFFER et al., 2011), pois as preferências ambientais desta espécie definem o seu nicho vertical e, portanto, sua relação com outros predadores e presas no ambiente pelágico.

No entanto, para que esta espécie possa realizar mergulhos nas diversas camadas oceânicas com diferentes graus de temperatura, é necessário que haja tolerância fisiológica e, como citado por Schaefer, et al. (2011), os movimentos verticais dessa espécie não se restringem às profundidades da termoclina, mas sim as: (i) concentrações de oxigênio dissolvido abaixo da camada de mistura, (ii) a temperatura corporal das taxas de resfriamento, e a (iii) tolerância fisiológica a temperatura ambiente, que de acordo com Schaefer, et al. (2007) permite aumentar rapidamente a temperatura corporal após um mergulho profundo, com cerca de 0,5°C acima da temperatura do ambiente. No entanto, é provável que esses movimentos gerem dívidas térmicas ou de

oxigênio, sendo recuperadas ao retornarem à camada homogênea (WENG et al., 2009). Outras características fisiológicas associadas aos mergulhos da albacora laje, são os efeitos térmicos no desempenho cardíaco, indicando que as diminuições na temperatura ambiente causam grandes reduções no débito cardíaco, especificamente abaixo de 15,0°C, o que pode dificultar a habilidade da espécie em fugir de predadores ou de perseguir presas (WENG et al., 2009).

Em observações realizadas por Brill, et al. (1999) os indivíduos maiores têm uma maior tolerância térmica e taxas mais lentas de mudança de temperatura muscular do que os indivíduos menores, e uma justificativa para esta hipótese é o fato dos atuns adultos realizarem movimentos verticais mais extensos do que os juvenis, devido a sua capacidade em passar mais tempo em camadas mais frias, como abaixo da termoclina, explorando recursos alimentares não disponíveis para os indivíduos mais jovens.

Em relação ao desprendimento das marcas PSATs, no presente trabalho, os exemplares marcados apresentaram soltura prévia das marcas entre o 1º e o 13º dia de marcação, não sendo possível analisar seu percurso na faixa horizontal do oceano, no entanto foi observado que as marcas foram liberadas ainda próximas a região do ASPSP, e a maior distância ocorreu a aproximadamente 80,0 mn do ponto de marcação, representando aproximadamente 150,0 km. Desta forma, é possível sugerir que as albacoras lajes marcadas permanecem por um certo período próximo à zona de marcação, indicando distribuições restritas de aos deslocamentos horizontais e fidelidade a área de alta produtividade biológica, realizando suas atividades tróficas durante o processo de migração do oceano Atlântico leste, próximo a Guiné-Bissau, para a região oeste, próximo ao Golfo do México.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com os resultados obtidos neste estudo, foi possível obter uma abrangente compreensão dos padrões de comportamento e distribuição das albacoras lajes nos diferentes estratos de profundidade no entorno do ASPSP. Estes padrões comportamentais demonstram uma preferência da espécie pela camada homogênea e pela parte superior da termoclina durante o período noturno, com mergulhos mais frequentes na termoclina durante o período diurno. Desta forma, observou-se que não há

um indicativo de deslocamentos restritos a uma determinada camada oceânica, o que permite concluir que esta espécie consegue, mesmo que por tempo limitado, fazer incursões em profundidades maiores, inclusive abaixo da termoclina.

A utilização das marcas PSAT permitiu a obtenção de dados relacionados ao comportamento da albacora laje nas imediações do ASPSP, principalmente no que diz respeito aos seus deslocamentos verticais, demonstrando que esta espécie permanece por alguns dias na região, caracterizando uma certa fidelidade ao ASPSP, muito provavelmente devido à disponibilidade de alimento.

As marcas via satellite tem sido cada vez mais utilizadas em pesquisas com peixes oceânicos, sendo uma importante ferramenta no desenvolvimento destes estudos. No entanto, o aperfeiçoamento das técnicas de marcação e fixação das marcas nos peixes são fundamentais para que haja uma maior garantia da coleta de dados, evitando a liberação prematura das marcas, como aconteceu no presente estudo.

Devido a grande importância ecológica e econômica da albacora laje nos oceanos tropicais é importante realizar estudos a respeito do seu comportamento em relação as características ambientais dos oceanos nos seus processos de deslocamentos em diversas escalas espaço-temporais, incluindo grandes migrações oceânicas. No que se refere ao ASPSP, sendo este um ponto de elevada importância trófica no meio de oceano Atlântico equatorial, é de suma importância que pesquisas continuem sendo desenvolvidas com este importante recurso pesqueiro, buscando a sustentabilidade desta atividade e a conservação da espécie, e contribuindo com a importância política da região para o Brasil.

**REFERÊNCIAS**

ALBARET, J.J. La reproduction de l'albacore (*Thunnus albacares*) dans le golfe de guinee. **Cah. Orstom. Série oceanogr.** v.18 (4), p.389-419,1977.

ARRIZABALAGA, H. and PEREIRA, J. G. Bigeye pop-up tagging results in Azorian waters. **ICCAT**, v.57 (1), p.137-150, 2005.

BACH, P., DAGORN, L., BERTRAND, A., JOSSE, E., MISSELIS, C. Acoustic telemetry vessels monitored longline fishing for study the vertical distributin of pelagic fish: bigeye tuna i french polynesia. **Fish. Res.**, v.60, p.281-292, 2002.

BARD, F.X.; CAYRÉ, P.; DIOUF, T. Migraciones. **Iccat**, v.37, p.120-168, 1991.

BRILL, R.W. A review of temperature and oxygen tolerance studies of tunas pertinent to fisheries oceanography, movement models and stock assessments. **Fisheries Oceanography**, v.3:3, p. 204-216,1994.

BRILL, R.W.; BLOCK, B.A.; BOGGS, C.H.; BIGELOW, K.A.; FREUND, E.V.; MARCINEK, D.J. Horizontal moviments and depth distribution of large adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) near the hawaiian island, recorded using ultrasonic telemetry: implications for the physiological ecology of pelagic fishes. **Marine biology**, v.133, p. 395-408, 1999.

BUCKLEY, T. W. and MILLER, B. S. Feeding habits of yellowfin tuna associated with fish aggregation devices in American Samoa. **Bulletin of Marine Science**, v.55, p.445–459, 1994.

CAMPOS, T. F. C.; VIRGENS NETO, J.; SRIVASTAVA, N. K.; PETTA, R. A.; HARTMANN, L. A.; MORAES, J. F. S.; MENDES, L.; SILVEIRA, S. R. M. Arquipélago de São Pedro e São Paulo - soerguimento tectônico de rochas infracrustais no oceano atlântico. **In: sítios geológicos e paleontológicos do brasil. SIGEP 002**, 2005.

DAGORN,L.; HOLLAND, K.N.; HALLIER, J.P.; TAQUET,M.; MORENO,G.; SANCHO,G.; ITANO, D.G.; AUMEERUDDY. R.; GIRAD. C.; MILLION. J.; FONTENEAU.A. Deep diving behavior observed in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). **Aquat. Living resour.**, v.19, p. 85-88, 2006.

DIAHA, I. ZUDAIRE, E. CHASSOT, B.D. BARRIGAH, Y.D. IRIÉ, D.A. GBEAZERE, D. KOUADIO, C. PECORARO, M.U. ROMEO, H. MURUA, M.J. AMANDÈ, P. DEWALS. Annual monitoring of reproductive traits of female yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern atlantic ocean. N.C. N. Bodi. In.Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT, v.72(2). p.534-548, 2016.

FONTANA, A. and FONTENEAU, A. Note sur les indices gonadosomatiques des albacores (*Thunnus albacares*) capturé á la senne et á la palangre. **Iccat collect.** v.7(1), p. 67-72, 1978.

GRAHAM, B. S., GRUBBS, D., HOLLAND, K. and POPP, B. N. A rapid ontogenetic shift in the diet of juvenile yellowfin tuna from Hawaii. **Marine Biology.** v.150, p. 647-658, 2007.

HAZIN, F.H.V.; J.R. ZAGAGLIA; M.K. BROADHURST; P. TRAVASSOS; T.R.Q. BEZERRA. Review of a small scale pelagic longline fishery of Northeastern Brazil. **Marine Fisheries Review.**v.6(3). p1-8, 1998.

ICCAT. Atlantic Yellowfin tuna stock assessment session. **ICCAT**, v.56(2).p.443-527. México2004.Disponível:<[www.iccat.int/Documents/CVSP/CV056\\_2004/no\\_2/CV056020443.pdf](http://www.iccat.int/Documents/CVSP/CV056_2004/no_2/CV056020443.pdf)>.Acesso em: 18 janeiro 2016.

ICCAT. Field manual: chapter 2.1.1 Yellowfin tuna. **ICCAT**, 2006. Disponível em: <[http://www.iccat.int/documents/scrs/manual/ch2/2\\_1\\_1\\_yft\\_eng.pdf](http://www.iccat.int/documents/scrs/manual/ch2/2_1_1_yft_eng.pdf)>. Acesso em 18 janeiro 2016.

KITAGAWA,T., NAKATA, H., KIMURA.,S,YUKI ITOH,S.,TSUJI.,S, NITTA.,A. Effect of ambient temperature on the vertical distribution and movement of Pacific bluefin tuna *Thunnus thynnus orientalis* **Marine Ecology Progress Series.** Mar Ecol Prog. v. 206, p. 251– 260, 2000.

KLIMLEY AP AND BUTLER SB. Immigration and emigration of a pelagic fish assemblage to seamounts in the Gulf of California related to water mass movements using satellite imagery. **Mar Ecol Prog** v.49: p.11-20, 1988.

KORSMEYER, K.E.; DEWAR, H.; LAI, N.C.; GRAHAM, J.B. Tuna aerobic swimming performance: physiological and environmental limits based on oxygen supply and demand. **Research Division**. v.113B, No.1, p.45-56, 1996.

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

LUBBOCK, R.; EDWARDS, A. The fishes of Saint Paul's Rocks. **Jornal Fish Biology**, v.18, p.135-157, 1981.

MAYNARD, S.D.; RIGGS, F.V.; WALTERS, J.F.; Mesopelagic micronekton in hawaiian Waters: faunal composition, standing stock, and diel vertical migration. **Fish. Bull.** v.73, p. 726-736, 1975.

MENARD F, FONTENEAU A, GAERTNER D, NORDSTROM V, STEQUERT B, MARCHAL. Exploitation of small tunas by a purseseine fishery with fish aggregation devices and their feeding ecology in an eastern tropical Atlantic ecosystem. **ICES J. Mar Sci.**v. 57, p.525-530, 2000.

MUSYL, M.K; BRILL, R.W; CURRAN, D.S. Ability of archival tags to provide estimates of geographical position based on light intensity. In: electronic tagging and tracking in marine fisheries reviews: methods and technologies in fish biology and fisheries. Sibert.J.R e Nielsen,J.L (eds) **dordrecht: kluwer academic press**, p.343-368, 2001.

MUSYL, M.K.; DOMEIER,M.L.; NASBY-LUCAS,N.; BRILL,R.W.; MCNAUGHTON,L.M.; SWIMMER,J.Y.; LUTCAVAGE,M.S.; WILSON,S.G.; GALUARDI,B.; LIDDLE,J.B.. Performance of pop-up satellite archival tags. **Mar ecol prog ser.** v.433, p.1-28, 2011

PETERSON, R. G. and STRAMMA, L., Upper-level circulation in south atlantic ocean. **Progr. Oceanogr.** v.26, p.1-73, 1991.

ROPER, C.F.E. and YOUNG, R.E., Vertical distribution of pelagic cephalopods. **Smithsonian contrib. Zool.** v.209, p.51, 1975.

ROPER, C.F.E.; SWEENEY, M.J.; NAUEN, C.E., Fao species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. **Fao fish. Synop.** v.125, p. 277, 1984.

SCHAEFER, M.B.; GORDON, C.; BROADHEAD.; ORANGE, C.J. Synopsis on the biology of yellowfin tuna *thunnus* (*neothunnus*) *albacares* (*bonnaterre*) 1788 (Pacific Ocean). FAO food and agriculture organization of the united nations. **Species Synopsis.** v. 16, p.538-561, 1963.

SCHAEFER, K.M.; FULLER, D.W.; BLOCK, B.A. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*thunnus albacares*) in the northeastern pacific ocean, ascertained through archival tag data. **Mar biol. Mar boil.** v.152, p.503-525, 2007.

SCHAEFER, K.M.; FULLER, D.W.; BLOCK, B.A. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the pacific ocean off baja california, mexico, determined from archival tag data analyses, including unscented kalman filtering. **Fisheries research.** v.112, p. 22-37, 2011.

SCHAEFER, K.M.; FULLER, D.W.; ALDANA, G. movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*thunnus albacares*) in waters surrounding the revillagigedo islands archipelago biosphere reserve, mexico. **Fish. Oceanogr.** v.23(1), p.65-82, 2014

SIBERT, J.R; MUSYL, M.K; BRILL, R. W. Horizontal movements of bigeye tuna (*thunnus obesus*) near hawaii determined by kalman filter analysis of archival tagging data. **Fish. Oceanogr.** v.12, p.141-151, 2003.

TRAVASSOS, P. L'étude des relations thons-environnement dans l'océan atlantique intertropical ouest : cas de l'albacore (*Thunnus albacares*, *bonnaterre* 1788), du germon (*Thunnus alalunga*, *bonnaterre* 1788) et du thon obèse (*Thunnus obesus*, *lowe* 1839).. Tese (doutorado) Universidade Paris 6, Paris, p. 253, 1999.

TRAVASSOS, P.; PEREIRA, A.A.; TOLOTTI, M.T. In: VIANA, D.L.; HAZIN, F.H.V.; SOUZA, M.A.C. O Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica. Brasília, DF: SECIRM, p. 234-243, 2009.

VASKE JR, T. e CASTELLO, J. P. Conteúdo estomacal da albacore laje, *Thunnus albacares*, durante o inverno e primavera no sul do brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v.58(4), p. 639-647, 1998.

VASKE JR, T.; VOOREN, C.M.; LESSA, R.P. Feeding habits of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the saint peter and saint paul archipelago,brazil. **Bol. Inst. Pesca.** v.29(1), p.173-181, 2003.

VASKE JR.T.; LESSA,R.P.T.; RIBEIRO, A.B.C.; NÓBREGA,M.F.;PEREIRA,A.A.; ANDRADE,C.D.P. A pesca comercial de peixes pelágicos no arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. **Tropical Oceanography online**, 2009.

VASKE JR, T.; AMARAL, F.M.D.;COSTA,F.A.P.;NÓBREGA,M.F. Programa ASPSP (Proarquipélago). In: Arquipélago São Pedro e São Paulo: histórico e recursos naturais. Fortaleza.NAVE/LABOMAR.UFC, p.23-26, 2010

VIANA, D.L.; HAZIN, F.H.V.; NUNES, D.; CARVALHO, F.; VÉRAS, D.; TRAVASSOS, P. The Wahoo *Acanthocybium Solandri* Fishery In The Vicinity Of The Saint Peter And Saint Paul Archipelago, Brazil, From 1998 To 2006. **ICCAT.** v.62(5), p.1662-1670, 2008.

VIANA,D.F.; HAZIN,F.H.V.;ANDRADE,H.A.;NUNES,D.M.N.;VIANA.,D.L. Fisheries in the saint peter and saint paul archipelago: 13 years of monitoring. **Bol. Inst. Pesca**, São paulo, v.41(2), p.239 - 248, 2015.

WENG, K. C.; STOKESBURY, M. J. W.; BOUSTANY, A. M.; SEITZ, A. C.; TEO, S. L. H.; MILLER, S. K.; BLOCK, B. A. Habitat and behaviour of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the gulf of México determined using pop-up satellite archival tags. **Journal of fish biology.** v.74, p.1434-1449, 2009.

WORM, B.; LOTZE, H.K.; MYERS, R.A. Predator diversity hotspots in the blue ocean. **PNAS**, v.100, p.9884-9888, 2003.