NATALIA PRISCILA ALVES BEZERRA

Deslocamentos verticais e horizontais do tubarão martelo (*Sphyrna lewini,* Griffith & Smith, 1834) monitorados a partir do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil

RECIFE,

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

Deslocamentos verticais e horizontais do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*, Griffith & Smith, 1834) monitorados a partir do arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil

Natalia Priscila Alves Bezerra

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,

Fevereiro/2013

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQÜICULTURA

Deslocamentos verticais e horizontais do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*, Griffith & Smith, 1834) monitorados a partir do arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil

Natalia Priscila Alves Bezerra

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 15/02/2013 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Paulo Travassos – Orientador
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva – Membro externo
Unidade Acadêmica de Serra Talhada
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin – Membro interno
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira – Membro interno
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedicatória

Com todo o meu amor as Marias da minha vida: Maria Alves (in memorian), Maria de Lourdes, Ana Maria, Andressa Maria e Thalita Maria.

...o mar

é de quem o sabe amar! (Leila Diniz)

Agradecimentos

A Deus pela vida e saúde!

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À SECIRM (Marinha do Brasil), no âmbito do programa Pró-Arquipélago pelo apoio logístico às expedições ao arquipélago de São Pedro São Paulo, e a todos os pesquisadores e pescadores dos Transmar I, II e III pelo apoio operacional e por abraçar a nossa pesquisa.

Ao meu orientador e amigo Prof. Paulo Travassos que sempre acreditou no meu potencial e que me ofereceu a oportunidade de realizar o sonho de trabalhar com o mar. Obrigada por ter sido presente em momentos importantes da minha vida e por sempre partilhar o seu conhecimento ao longo desses anos. Muito obrigada por tudo!

Ao Prof. Fábio Hazin pela oportunidade de trabalhar no lugar mais lindo e "inóspito" do Brasil (ASPSP), por confiar e viabilizar a minha participação no projeto Ethopélagos e pelas palavras de incentivo nos momentos de dificuldade.

Ao Prof. Paulinho Oliveira, pessoa querida que acolhe a todos com a sua enorme boa vontade, e que sempre se mostrou compreensivo e disponível a ajudar.

Aos Professores Francisco Marcante e Humberto Hazin por terem aceitado participar da nossa banca, e pelas valiosas contribuições para o trabalho.

À Day Malta pelas correções do inglês e a Natan Pereira pelo auxilio na confecção dos mapas.

A minha mamãe Ana Maria Neves, a pessoa mais iluminada, linda, bondosa, paciente e guerreira desse mundo, que sempre batalhou para nos oferecer uma boa educação e me apoiou incondicionalmente nos diferentes rumos que a minha vida seguiu. Te amo mãe!

A toda minha família, em especial a Andressa e Thalita por todo o amor que nos une, e a Lili Amorim, minha prima querida, pelo apoio, carinho e amizade verdadeira.

A Bruno Macena, meu parceiro na vida e no trabalho, por tornar a execução desse projeto menos árdua, e por todo o amor, cuidado e compreensão principalmente nas horas mais difíceis.

Aos grandes amigos que fiz no LEMAR: Nanda, Cezar, Hudson, Raul, Carol, Mari, Vanessinha, Aprígio, Pali e Walter, pessoas com grande potencial científico através das quais eu sempre aprendi e também me diverti nos nossos vários momentos de descontração.

À Fernanda Virgínia por ter me presenteado com a sua amizade e por sempre estar ao meu lado na nossa caminhada “acadêmica” e nos momentos em que eu mais precisei, e a Mirna Regina, por todo o apoio e carinho... Amo muito vocês meninas!

À Ilka Nunes, Manu e Carolzinha por serem amigas e confidentes mais que especiais e por todo o incentivo e energia positiva que vocês transmitem.

Às minhas biólogas do coração: Alê, Bárbara, Claudinha, Laís, Lilian e Tálita pela amizade e por vocês terem contribuído diretamente na minha formação como Bióloga.

Às amigas queridas e companheiras de aventuras Siba, Beth, Déa, Maris, Camis, Gleyce, Ceci, Lalá e Jú por alegrarem os meus dias e por ajudarem, menos que indiretamente, o nosso trabalho.

Às amadas amigas de longas datas Nathy, Mana, Lucilia e Karen por compreenderem os meus momentos de ausência e por apoiarem o meu trabalho.

À minha turma de mestrado, em especial aos amigos Yuri, Gabi, Bruna Galega e Vanessa pela troca de experiências e pelas horas de alegria.

A todos que fazem o LOP, LEP e LATEP que contribuíram de alguma forma com a execução desse estudo e que injustamente não foram citados. Muito obrigada a todos!

Resumo

O tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) apresenta distribuição circuntropical, abrangendo desde as áreas costeiras e semi-oceânicas das regiões tropicais e temperadas até aos ecossistemas insulares. Localizado próximo à região equatorial, o arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) é um conjunto de pequenas ilhas onde existe a ocorrência do tubarão martelo. Por essa razão, o ASPSP foi o local escolhido para o monitoramento via satélite da espécie através da utilização do transmissor eletrônico PSAT (*Pop up satellite archival transmitting tag*). Foram marcadas três fêmeas, duas em outubro de 2010 (TM 1 e TM 2) medindo 250 cm e 260 cm (CT), respectivamente, e uma última em março de 2012 (TM 3) com 200 cm de CT. Embora os três transmissores os três transmissores tenham sido programados para coletarem dados por 70 dias, ocorreu o desprendimento prematuro das marcas do TM 1 e TM 2, após um período de fixação aos tubarões de apenas 7 e 5 dias, respectivamente. De acordo com os dados de marcação e soltura dos transmissores (TM 1 e TM 2) e de geolocalização (TM 3), os três tubarões permaneceram no entorno do ASPSP durante o período em que foram monitorados. Os três espécimes foram capazes de realizar incursões frequentes a grandes profundidades principalmente durante a noite, com o mergulho mais profundo registrado a 728 m, atribuído ao TM 3. Os tubarões TM 1 e TM 2 frequentaram preferencialmente as profundidades entre a superfície e 150 m tanto de dia quanto à noite. Já o TM 3 passou a maior parte do tempo em uma faixa que variou entre a superfície e 75 m de profundidade em ambos os períodos. Os perfis de temperatura indicaram que os três espécimes permaneceram com maior frequência em águas aquecidas, entre 24 °C e acima de 26 °C, no período diurno e noturno. A despeito do elevado tempo de permanência dos três tubarões em profundidades atribuídas à termoclina nas proximidades do ASPSP, os espécimes se deslocaram desde a camada de mistura até a zona mesopelágica. Apesar da relevância das informações obtidas para a compreensão dos padrões de deslocamento da espécie, são necessários ainda estudos complementares para elucidar o seu comportamento migratório.

Palavras-chave: marcação, PSAT, tubarão martelo, ASPSP, movimentação

Abstract

The hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) has a circuntropical distribution, ranging from coastal and semi-oceanic tropical and temperate regions to and island ecosystems. Located near the equator, the Saint Peter and Saint Paul Archipelago (SPSPA) is a group of small islands where hammerhead sharks are frequently observed. For that reason, the SPSPA was selected for the study of hammerhead shark movements, through satellite tagging, using PSAT (Pop up satellite archival transmitting tag).Three females were tagged, two in October 2010 (TM 1: 250 cm TL e TM 2: 260 cm TL), and one in March 2012 (TM 3: 200 cm TL). Although all tags were programmed to remain attached to the animals, collecting data, for 70 days, TM 1 and TM 2 tags were released prematurely, on the 7^{th} and 5^{th} day of monitoring, respectively. TM3 tag was released at the programmed date. According to the deploy and pop-up information (TM 1 e TM 2) and geolocation (TM 3), all sharks remained in SPSPA surroundings during the monitoring period, diving at great depths, mainly during the night, with the deepest dive of 728 m being recorded for TM 3. TM 1 and TM 2 had a depth preference between the surface and 150 m, while TM3 had a more restricted depth preference (surface to 75 m) during both periods, day and night. The temperature profile indicated that the three tagged hammerhead sharks preferred to be in temperatures between 24° C and above 26°C. Despite the great amount of time spent by all sharks in depths attributed to thermocline in SPSPA, the specimens moved from the mixing layer to the mesopelagic zone. In spite of the relevance of the obtained information for the understanding of the species movement patterns, complimentary studies are yet necessary to elucidate its migratory behavior.

Key words: tracking, PSAT, hammerhead shark, SPSPA, migration

Lista de figuras

Páginas

Figura 1: Tubarão martelo, *Sphyrna lewini* (GRIFFITH e SMITH, 1834). Fonte: National Geographic por Brian Skerry e FAO. 20

Figura 2: Mapa da distribuição circum-tropical do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*). Adaptado: FAO e Florida Museum. 22

Figura 3: Localização do arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP). 40

Figura 4**:** Movimentação horizontal do tubarão martelo (TM 3) a partir do ASPSP. 44

Figura 5: Perfis de profundidade e temperatura registrados para os tubarões martelo TM 1, TM 2 e TM 3, monitorados a partir do ASPSP. Os perfis correspondem a dados sumarizados a cada 3h, contendo oito leituras de profundidade e 16 de temperatura. 45

Figura 6: Profundidades mínimas e máximas nos períodos diurnos e noturnos para os três tubarões monitorados (All sharks) e individualmente para o TM1, TM2 e TM3 marcados no ASPSP. 46

Figura 7: Distribuição das porcentagens de tempo por profundidade e temperatura para os três tubarões martelo (TM1 superior, TM 2 meio e TM 3 inferior) monitorados a partir do ASPSP... 49

Figura 8: Deslocamento vertical diário do tubarão martelo (TM 3) nas diferentes faixas de profundidade. 50

Figura 9: Deslocamento vertical diário do tubarão martelo (TM 3) nas diferentes faixas de temperatura. 51

Figura 10: Perfil de profundidade e temperatura experimentadas pelos tubarões martelo (TM 1 superior, TM 2 meio e TM 3 inferior) monitorados a partir do ASPSP. Os dados foram obtidos através das PSAT e os limites da camada de mistura (Mixed layer) e da termoclina (Thermocline) em vermelho foram estabelecidos de acordo com Travassos et al. (1999). 52

Figura 11: Primeiro tubarão martelo (TM 1) marcado com transmissor PSAT em outubro de 2010 no arquipélago de São Pedro e São Paulo. Imagem: Bruno Macena. 66

Figura 12: Segundo tubarão martelo (TM 2) marcado com transmissor PSAT em outubro de 2010 no arquipélago de São Pedro e São Paulo. Imagem: Bruno Macena. 66

Figura 13: Terceiro tubarão martelo (TM 3) marcado com transmissor PSAT em março de 2012 no ASPSP. Imagem: Natalia Bezerra. 67

Figura 14: Procedimento de captura do TM 3 na porção leste do ASPSP com o uso da linha de espera. Imagem: Fernanda Lana. 67

Figura 15: Aparelho de pesca, linha de espera, constituída por um cabo principal de monofilamento (300 mm) com dezesseis linhas secundárias (200 mm) finalizadas com anzóis circulares (nº 16 e 17), utilizada para a captura do TM 3. Imagem: Natalia Bezerra..... 68

Figura 16: Iscas (Peixe prego à esquerda e lula na direita) utilizadas na linha de espera para a captura do TM 3 nas adjacências do ASPSP. Imagem: Natalia Bezerra. 68

Lista de tabelas

Página

Tabela 1: Informações acerca dos três tubarões martelo monitorados através do uso de transmissores PSAT a partir do ASPSP. 43

Sumário

Página

Dedicatória.....v

Agradecimentos.....vii

Resumo.....ix

Abstract.....x

Lista de figuras.....xi

Lista de tabelas.....xii

1- Introdução.....14

2-Revisão de literatura.....17

2.1- Sobre o gênero estudado.....17

2.1.1- Pesca e conservação.....18

2.2- A espécie estudada.....20

Aspectos Biológicos.....20

Distribuição.....21

2.3- Estudos de comportamento/deslocamento com transmissores acústicos e via satélite.22

3- Referência Bibliográfica.....27

4- Artigo científico.....34

4. 2- Normas da Revista [Anais da Academia Brasileira de Ciências].....61

ANEXO.....66

1- Introdução

O sucesso da sobrevivência dos animais em um determinado ambiente natural está relacionado às estratégias de vida adotadas pelas espécies. Os elasmobrânquios são espécies do tipo *K- estrategistas*, caracterizadas por sua grande longevidade, maturação sexual tardia, baixa fecundidade e crescimento lento (KAWASAKI, 1983; KING e MCFARLANE, 2003). Por apresentarem tais características, os tubarões são particularmente vulneráveis às ações antrópicas causadoras de impactos negativos aos seus hábitat, principalmente devido à degradação e destruição das áreas de estuários e manguezais e a crescente poluição das zonas costeiras e oceânicas, fatores esses que afetam diretamente o ciclo de vida das espécies (STEVENS et al., 2000; GARCIA et al, 2008). Além da degradação ambiental, em virtude das dificuldades de ordenamento e fiscalização do setor pesqueiro, a mortalidade por pesca, resultante tanto da pesca direcionada como das capturas de tubarões como fauna acompanhante (*bycatch*), tem influenciado também de forma negativa e direta as populações de elasmobrânquios (SCHINDLER et al., 2002; CLARKE et al., 2007; AMANDÉ et al., 2011). Por essas razões, várias espécies de tubarões atualmente estão classificadas como ameaçadas de extinção na Lista Vermelha da União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), a exemplo do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) (BAUM et al., 2007). Portanto, se faz imprescindível que quaisquer atividades que incidam sobre os recursos pesqueiros devem ser assistidas por fiscalização e pesquisas científicas de modo a garantir a conservação das espécies, e por consequência, a sustentabilidade da atividade.

O tubarão martelo possui distribuição circumglobal entre as latitudes de 40º N e 40º S, tendo a sua ocorrência atribuída as zonas costeiras e oceânicas das regiões tropicais e temperadas, e também a ecossistemas insulares (COMPAGNO et al., 1990). Devido à amplitude dos seus hábitat e ao elevado valor comercial de suas longas nadadeiras, os

tubarões martelo sofrem uma intensa pressão pesqueiras, tanto na costa, por embarcações artesanais, como em águas mais profundas, pela pesca industrial utilizando o espinhel pelágico e redes de emalhe (BAUM et al., 2007). No Brasil, nas regiões sul e sudeste, o tubarão martelo representa uma parcela significativa no montante das capturas de elasmobrânquios (MOTTA et al., 2005; VOOREN et al., 2005; MADER et al., 2007; AMORIM et al., 2011) entretanto, no que tange a região nordeste, a avaliação da situação dos estoques dessa espécie é bastante problemática, devido a escassez de informações relacionadas a produção pesqueira na região, impossibilitando o delineamento da real parcela do estoque que vem sendo explotada (LESSA et al., 2005).

No arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), um pequeno conjunto de ilhas oceânicas localizadas nas coordenadas 00º55'N e 29º20'W, existe a ocorrência do tubarão martelo, participando outrora do montante das capturas dos elasmobrânquios na região, sendo por isso um ambiente natural adequado para a realização de estudos com a espécie. Entre os principais recursos pesqueiros mais abundantes nessa região, se destacam a albacora laje (*Thunnus albacares*), a cavala impigem (*Acanthocybium solandri*), o peixe-voador (*Cheilopogon cyanopterus*) e os tubarões lombo-preto (*Carcharhinus falciformis*) e mako (*Isurus oxyrinchus*) (LUBBOCK e EDWARDS, 1981; FEITOZA et al., 2003; VASKE JR et al., 2006). Os tubarões pescados no entorno do ASPSP representaram cerca de 5% dos desembarques entre os anos de 1998 e 2006, sendo capturados principalmente como fauna acompanhante na pesca de atuns com o espinhel pelágico (VIANA et al., 2008). Contudo, desde o inicio de 2011, esse método de pesca entrou em desuso nas embarcações que operam nas adjacências do ASPSP (até três milhas náuticas), resultando em uma drástica redução nas capturas de tubarões (observação pessoal).

A espécie tem sido alvo de frequentes estudos, inclusive no Brasil, no que diz respeito a sua alimentação (VASKE JR et al., 2009; TORRES-ROJAS et al., 2010; BETHEA et al., 2011), reprodução (LESSA et al., 1998; HAZIN et al., 2001, HARRY et al., 2011) e idade e crescimento (KLIMLEY, 1987; ANISLADO-TOLENTINO et al., 2008; KOTAS et al., 2011). Alguns trabalhos foram igualmente desenvolvidos para a espécie em ilhas dos oceanos Pacífico e Atlântico norte, visando a elucidar os seus padrões de deslocamentos verticais e horizontais, por meio do uso de transmissores eletrônicos (KLIMLEY e NELSON, 1984; KLIMLEY et al., 1988; BESSUDO et al., 2011 a, b). Nenhum estudo dessa natureza, entretanto, foi jamais realizado com a espécie no oceano Atlântico sul e equatorial. Para preencher essa lacuna, transmissores eletrônicos monitorados por satélite foram utilizados no presente trabalho a fim de gerar informações etológicas, que permitam auxiliar na compreensão dos movimentos migratórios da espécie, no curto e no médio prazo (WOLCOTT, 1995; METCALFE et al. 2012).

Dispositivos eletrônicos tais como a marca PSAT (*Pop-up Satellite Archival Tag*), vem sendo utilizados em vários estudos comportamentais com espécies marinhas, a fim de elucidar os seus deslocamentos verticais e horozontais e determinar o uso e preferência de hábitat (CANESE et al., 2011**;** HAMMERSCHLAG et al., 2011 a; MUSYL et al., 2011). Além de dados sobre o deslocamento dos animais marcados, as marcas PSAT são capazes de prover informações com base nas quais é possível inferir sobre comportamentos reprodutivos e alimentares, permitindo também a avaliação de caracteristicas térmicas dos seus habitats preferenciais. O sistema de marcação com PSAT é uma experiência bem sucedida e utilizada mundialmente em diversas espécies de grandes peixes pelágicos, tais como os agulhões (GRAVES et al., 2002; HORODYSKY

et al., 2007), atuns (BLOCK et al., 2001; KITAGAWA et al., 2002) e tubarões (NASBY-LUCAS et al., 2009; MACENA, 2010; TOLOTTI, 2011).

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo fornecer informações acerca do deslocamento e distribuição espaço-temporal em pequena escala do tubarão martelo (*S. lewini*) no ASPSP, utilizando transmissores eletrônicos monitorados por satélite (PSAT), na expectativa de que os resultados gerados possam contribuir para a conservação da espécie.

2-Revisão de literatura

2.1- Sobre o gênero estudado

Entre as oito ordens de tubarões conhecidas, a Carcharhiniformes apresenta a maior diversidade de espécies (COMPAGNO, 1990). O tubarão-martelo (*Sphyrna lewini* Griffith & Smith, 1834) pertencente à ordem acima citada, família Sphyrnidae e gênero *Sphyrna*, sendo esse último composto por oito espécies, dentre as quais apenas seis ocorrem em águas brasileiras. São essas: *Sphyrna media* (Springer, 1940), *Sphyrna mokarran* (Rüppell, 1837), *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), *Sphyrna tudes* (Valenciennes, 1822), *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) e o próprio *S. lewini*. As espécies que compõe esse gênero são diferenciadas principalmente devido à anatomia peculiar da cabeça e por outros aspectos morfológicos, tais como o tamanho e posição das nadadeiras. Os representantes do gênero *Sphyrna* possuem a cabeça em formato de pá, machado ou martelo moderadamente largo, representando aproximadamente de 17 a 33% do comprimento total da espécie, com olhos situados lateralmente ampliando o campo de visão desses animais (COMPAGNO, 1984).

2.1.1- Pesca e conservação

Entre as espécies do gênero *Sphyrna*, o *S. lewini* é um dos mais capturados no Sul e Sudeste do Brasil (MOTTA et al., 2005; VOOREN et al., 2005). No nordeste, a estatística pesqueira relacionada às capturas dos tubarões desse gênero é quase inexistente, sendo considerada preocupante a situação dos estoques pesqueiros dessas espécies na região (LESSA et al., 2005).

Por essa razão, no ano de 2004 o Ministério do Meio Ambiente (MMA) publicou uma instrução normativa classificando as espécies *S. lewini*, *S. tiburo* e *S. zygaena* como sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação (Instrução Normativa nº 5, de 21 de Maio de 2004). O referido documento previa que dentro de um prazo máximo de cinco anos, seria elaborado um plano de ação para recuperar as espécies assim avaliadas. Em 2005, uma nova instrução normativa foi promulgada estabelecendo o tamanho mínimo de 60 cm para a captura de qualquer exemplar de *S. lewini* e *S. zygaena*, medida está avaliada como ineficaz do ponto de vista da sustentabilidade dessas populações, tendo em vista que os neonatos dessas espécies podem atingir comprimentos próximos ou superiores ao limite mínimo proposto (HAZIN et al., 2001; SILVEIRA et al., 2007). Após seis anos da publicação da referida medida, foi elaborada a Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-explotados e ameaçados de sobre-explotação no Brasil, um manual completo fruto de pesquisas realizadas por especialistas em diversas áreas, com o intuito de fornecer subsídios para a implementação de medidas voltadas para a proteção das espécies inseridas nessa classificação (DIAS-NETO, 2011). Contudo, até o presente momento, nenhum representante do gênero foi inserido em categorias de risco ou ameaçado de extinção na Lista Vermelha Nacional produzida pelo MMA (MMA, 2004), mesmo com as

inquestionáveis pressões de pesca sobre esses estoques e com o evidente declínio dessas populações (HUTCHINGS e REYNOLDS, 2004).

No âmbito internacional, por ser uma instituição intergovernamental que possui a competência de gerenciar a pesca de atuns e afins no oceano Atlântico, a Comissão Internacional para a Conservação do Atum Atlântico (ICCAT, sigla em inglês) tem se preocupado cada vez mais com o manejo desta pescaria e com a conservação das espécies não-alvo, em particular, dos tubarões. Nesse sentido, a ICCAT tem adotado diversas recomendações com o objetivo de regulamentar e até mesmo proibir, em alguns casos, o embarque de tubarões, com elevada incidência na pesca de atuns e afins (ICCAT, 2004). Em relação aos tubarões martelo, por exemplo, no final de 2010, sob a presidência brasileira, a referida Comissão adotou uma recomendação para a proteção das espécies da família Sphyrnidae, exceto o *S. tiburo*. Embora a decisão, a priori, tenha sido direcionada ao *S. lewini*, *S. mokarran* e *S. zygaena*, em decorrência da difícil identificação entre as espécies dessa família (com exceção do *S. tiburo*), a proibição foi estendida aos demais representantes do gênero (ICCAT, 2010). Com a recomendação da ICCAT, tornou-se proibida a retenção a bordo, armazenamento ou venda de qualquer parte de tubarões da família Sphyrnidae, sendo consentidas apenas as suas capturas por pescarias artesanais, para comércio local ou para subsistência. Por fim, no mesmo documento a ICCAT enfatiza a necessidade da realização de pesquisas científicas que contribuam para elucidar aspectos biológicos e ecológicos dessas espécies, levantando a possibilidade de fechamento temporário de algumas áreas de pesca para a recuperação dos estoques (ICCAT, 2010). Portanto, é evidente que se faz imprescindível à criação de um plano de manejo internacional para essas espécies, levando em consideração o contexto singular em que está inserida cada população, de maneira a garantir a sustentabilidade ecológica, econômica e social desses importantes recursos pesqueiros.

2.2- A espécie estudada

Aspectos Biológicos

Morfologicamente, o *S. lewini* (Fig. 1) se distingue das demais espécies do seu gênero em decorrência da pequena reentrância no meio da borda frontal da cabeça, nadadeira anal situada anterior à segunda nadadeira dorsal e da sua coloração (VOOREN et al., 2005). A referida espécie apresenta comprimento total máximo em torno de 370 a 420 cm com aparente dimorfismo entre os sexos (COMPAGNO, 1984). O tipo de reprodução do tubarão martelo é vivíparo placentário, sendo gerados de dois a 21 embriões por gestação, com as fêmeas atingindo a maturidade sexual por volta dos 240 cm e os machos entre 180 a 200 cm, de acordo com o estudo realizado no nordeste do Brasil por Hazin et al. (2001).

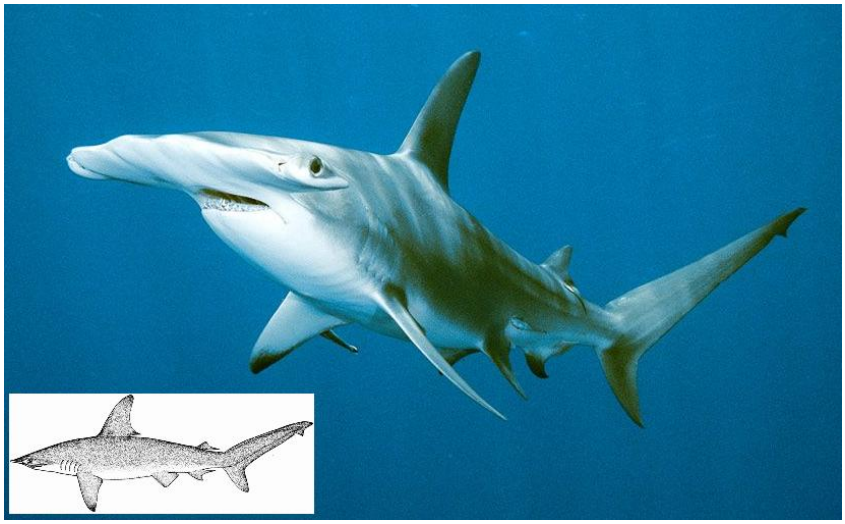

Figura 1: Tubarão martelo, *Sphyrna lewini* (GRIFFITH e SMITH, 1834). Fonte: National Geographic por Brian Skerry e FAO.

Em trabalhos relacionados ao hábito alimentar do *S. lewini* na costa mexicana, os cefalópodes apresentaram o maior índice de importância relativa na dieta desses animais, e o item mais representativo foi o cefalópode *Loliolopsis diomedeae*, seguindo pelos teleósteos da família Synodontidae (TORRES-ROJA et al., 2009). Não obstante, nas

adjacências dos bancos oceânicos do nordeste brasileiro, cefalópodes da família Cranchiidae e os exemplares de *Histioteuthis spp.* e *Hyaloteuthis pelagica* foram as presas mais representativas nos estômagos do *S. lewini*. Ainda nesse estudo foi possível identificar um amplo espectro alimentar com base na variabilidade dos organismos predados, indicando que a espécie é capaz de se alimentar desde peixes recifais até espécies de águas mais profundas, em torno de 300 m, fazendo incursões para esse fim, em busca de presas (VASKE-JR et al., 2009).

No que diz respeito à idade e crescimento do tubarão martelo, estudos no México propuseram o crescimento dos anéis etários em dois momentos: um no verão e outro no inverno, estimulados pelas mudanças na temperatura da superfície do mar (TSM). Na área estudada, a idade de fêmeas com 280 cm (CT) foi estimada em 12,5 anos e de machos com 281 cm (CT), em 11 anos, com uma taxa de crescimento anual estimado entre 0,1 e 0,123, respectivamente, utilizando o modelo de crescimento von Bertalanffy (ANISLADO-TOLENTINO et al., 2008). No noroeste do oceano Atlântico, a maior idade calculada foi 30,5 anos, para machos e fêmeas com 234 cm e 241 cm de comprimento furcal, respectivamente. O crescimento anual estimado foi de 0,13 para os machos e 0,09 para as fêmeas (PIERCY et al., 2007).

Distribuição

O tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) ocorre nos três principais oceanos, Atlântico, Índico e Pacífico, apresentando uma distribuição cosmopolita com preferência por águas quentes e temperadas (Fig. 2) (COMPAGNO, 1984). A ocorrência dessa espécie em ambientes costeiros, zonas semi-oceânicas e ecossistemas insulares confere uma ampla variabilidade de hábitats, e por assim ser, alguns autores reportaram que a espécie apresenta um comportamento de segregação de ambientes por idade, sendo os indivíduos

jovens mais abundantes em águas rasas próximas da costa e os adultos mais frequentes nas plataformas continentais (KLIMLEY, 1982).

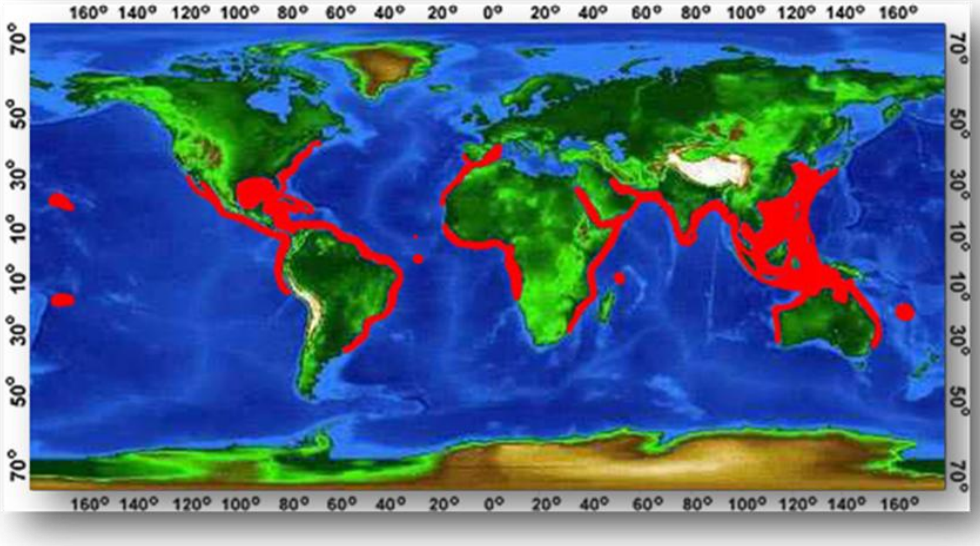

Figura 2: Mapa da distribuição circum-tropical do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*). Adaptado: FAO e Florida Museum.

2.3- Estudos de comportamento/deslocamento com transmissores acústicos e via satélite

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 hábitat pelas espécies. Diante disso, é imprescindível que seja realizada a interação entre o conhecimento biológico e as particularidades comportamentais de cada espécie, a fim de qualificar a ocorrência de uma determinada população em uma dada área, identificando hábitat preferenciais e prováveis rotas migratórias das espécies (WORM et al., 2003). A partir dessa necessidade, vem sendo executados estudos com o uso de dispositivos eletrônicos capazes de monitorar remotamente a movimentação das espécies em seu ambiente natural, seja por transmissores acústicos (ou ultrassônico) ou via satélite, sendo esse último o de tecnologia mais recente. No caso dos transmissores acústicos, uma vez fixados ao animal, os mesmos passam a transmitir impulsos sonoros

que permitem identificar a presença do espécime em uma determinada área. Nas marcas via satélite do tipo SPOT (*Smart Position and Temperature Transmitting*), as informações das posições geográficas, no momento em que o animal monitorado frequenta a superfície do oceano, são transmitidas para satélites em orbita na Terra, permitindo definir a rota migratória do espécime monitorado. Já nos transmissores PSAT (*Pop-up Satellite Archival Tag*), dados de temperatura, luz e pressão da água, são continuamente monitorados, a intervalos definidos previamente, com a marca liberando-se do animal após um período pré-estabelecido. Uma vez na superfície, os dados armazenados são então transmitidos via satélite. Diversos trabalhos com transmissores eletrônicos vêm sendo desenvolvidos mundialmente com várias espécies de tubarões, inclusive, as do gênero *Sphyrna* (BESSUDO et al., 2011 b; HAMMERSCHLAG et al., 2011 a; MUSYL et al., 2011*)*.

Estudos relacionados ao uso do hábitat ao largo da Flórida, realizados por meio de telemetria acústica, constataram que o *S. tiburo* utiliza a região sazonalmente, com uma maior frequência observada entre os meses de abril e novembro, não apresentando, contudo, um padrão claro com relação à preferência de profundidades (HEUPEL et al., 2006). No noroeste do Atlântico, um exemplar do *S. mokarran* foi monitorado com o uso do transmissor SPOT (*Smart Position and Temperature Transmitting*), onde foi possível inferir a preferência desses animais por correntes com águas mais aquecidas, sugerindo também que o deslocamento horizontal nessa área está possivelmente associado à busca por presas (HAMMERSCHLAG et al., 2011 b).

Resultados preliminares com o *S. lewini*, utilizando o monitoramento acústico para espécimes marcados no Parque Nacional da Ilha de Cocos, Costa Rica, concluíram que os tubarões martelo permaneceram grande parte do tempo próximos às áreas monitoradas com receptores indicando, possivelmente, fidelidade ao hábitat (ARAUZ e

ANTONIOU, 2006). A presença de tubarões martelo em uma determinada área pode estar associada aos locais onde existe uma agregação de organismos pelágicos, formando áreas conhecidas como *hotspots,* em decorrência da grande diversidade de espécies em um determinado ponto, a exemplo do que ocorreu nos estudos na ilha de Wolf, em Galápagos (HEARN et al., 2010).

No Golfo da Califórnia, resultados semelhantes utilizando a mesma tecnologia foram descritos com espécimes de tubarões martelo (*S. lewini*) que se deslocaram no período diurno para as imediações próximas aos bancos oceânicos permanecendo em cardumes, se distanciando dessas áreas de forma solitária ao anoitecer, sugerindo assim que o período de maior atividade alimentar é durante a noite (KLIMLEY, 1987). Esses deslocamentos circadianos não apresentam um padrão contínuo entre a taxa de saída de e retorno desses animais para as ilhas, parecendo existir fatores abióticos que controlaram esse processo. Essa afirmação foi fundamentada com base na presença dos tubarões próximos as ilhas nos períodos em que massas de águas quentes ocorreram na região (KLIMLEY e NELSON, 1984; KLIMLEY et al.,1988).

A velocidade média de natação do tubarão martelo foi registrada em torno de 0.88 ms^{-1}, ocasião está em que o tubarão se deslocou da Ilha de Darwin, em Galápagos, rumo a duas outras ilhas também nessa região. Nesse estudo, o tempo de migração entre essas áreas variou de 1 a 10 dias, evidenciando a ausência de padrões direcionais claros (HEARN et al., 2010). Contudo no banco submarino de El Bajo Espiritu Santo e na ilha de Las Animas no Golfo da Califórnia, a espécie se moveu a uma velocidade média de 0.82 ms^{-1}, valor este pouco inferior ao reportado na Ilha de Darwin (KLIMLEY, 1993; HEARN et al., 2010).

O padrão de deslocamento vertical exibido pelos tubarões martelo marcados na ilha de Wolf em Galápagos comprovou que a espécie passa grande parte do tempo em

profundidades superiores a 50 m, tanto nos momentos em que a mesma esteve próxima à ilha, assim como nas ocasiões em que os tubarões se afastaram dessa área. Mergulhos em profundidades de 100 a 300 m ocorreram em alguns períodos, particularmente nos momentos em que os espécimes se afastavam das ilhas, durante o crepúsculo, ou quando retornavam a esse local no inicio da manhã, indicando que o comportamento alimentar do tubarão martelo está provavelmente associado a esses mergulhos em maiores profundidades (HEARN et al., 2010).

A partir da utilização de transmissores via satélite, estudos relataram os perfis verticais de temperatura e principalmente de profundidade, com o objetivo de identificar o deslocamento vertical do *S. lewini* em zonas de hipóxia no Golfo da Califórnia. Mergulhos a profundidades de até 980 m foram mensurados pelo transmissor, demonstrando que a espécie é capaz de suportar níveis criticamente baixos de oxigênio, bem próximos a anoxia (JORGENSEN et al., 2009). Os tubarões martelo apresentaram preferência por águas mais aquecidas e superficiais, realizando mergulhos ocasionais em regiões mais profundas, característica essa peculiar a outras espécies de tubarões devido à necessidade de manutenção do metabolismo energético em águas quentes (KLIMLEY et al., 2002). Através dos dados de luminosidade convertidos em coordenadas geográficas, foi possível observar que o tubarão martelo permaneceu grande parte tempo nas proximidades do ponto de origem da marcação, e por isso foi sugerido que a espécie não realiza grandes deslocamentos (JORGENSEN et al., 2009). Já na ilha Malpelo no oceano Pacífico, o *S. lewini* realizou migrações em média escala aos arquipélagos de Galápagos e Cocos, nadando geralmente em profundidades acima da termoclina, podendo esta última variar de posição nessa região dependendo da época do ano (BESSUDO et al., 2011 a). Estudos complementares na mesma área foram realizados, dessa vez com o auxilio de transmissores via satélite, demonstrando a preferência da espécie por profundidades

superiores a 100 m e temperaturas maiores que 18° C, ocorrendo eventuais mergulhos em águas mais profundas onde a temperatura decresce para até 4° C (BESSUDO et al., 2011 b). Apesar das informações já existentes, muito pouco ainda se conhece acerca dos deslocamentos horizontais e verticais em curta e média escala do *S. lewini*, particularmente no Oceano Atlântico Sul e equatorial, onde estudos etológicos com a espécie por meio do uso de transmissores eletrônicos, sejam eles acústicos ou via satélite, são ainda inéditos.

3- Referência Bibliográfica

AMANDÈ, M.J.; ARIZ, J.; CHASSOT, E.; CHAVANCE, P.; MOLINA, A.D.; GAERTNER, D.; MURUA, H.; PIANET, R.; RUIZ, J. By-catch and discards of the European purse seine tuna fishery in the Atlantic ocean: estimation and characteristics for 2008 and 2009. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v.66, p.2113-2120, 2011.

AMORIM, C.A.; DELLA-FINA, N.; PIVA-SILVA, N. Hammerheads sharks, *Sphyrna lewini* and *S. zygaena* caught by longliners off Southern Brazil, 2007-2008. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v.66, p.2121-2133, 2011.

ANISLADO-TOLENTINO, V.; CABELLO, M.G.; LINARES, F.A.; MENDOZA, C.R. Age and growth of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) from the Southern coast of Sinaloa, México. **Hidrobiológica**, v.18, p.31-40, 2008.

ARAUZ, R.; ANTONIOU, A. Preliminary Results: Movements of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) tagged in Cocos Island National Park, Costa Rica. **Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO**. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 2006.

BAUM, J.; CLARKE, S.; DOMINGO, A.; DUCROCQ, M.; LAMÓNACA, A.F.; GAIBOR, N.; GRAHAM, R.; JORGENSEN, S.; KOTAS, J.E.; MEDINA, E.; MARTINEZ-ORTIZ, J.; MONZINI TACCONE DI SIBTIZANO, J.; MORALES, M.R.; NAVARRO, S.S.; PÉREZ, J.C.; RUIZ, C.; SMITH, W.; VALENTI, S.V; VOOREN, C.M. 2007. *Sphyrna lewini*. In: IUCN 2010. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2010.4. Disponível em: < http://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 5 maio 2012.

BESSUDO, S.; SOLER, G.A.; KLIMLEY, A.P.; KETCHUM, J.T.; HEARN, A.; ARAUZ, R. Residency of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* at Malpelo Island and evidence of migration to other islands in the Eastern Tropical Pacific. **Environmental Biology of Fishes**, v.91, p.165–176, 2011 a.

BESSUDO, S.; SOLER, G.A.; KLIMLEY, P.; KETCHUM, J.; ARAUZ, R.; HEARN, A.; GUZMÁN, A.; CALMETTES, B. Vertical and horizontal movements of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) around Malpelo and Cocos Islands (Tropical Eastern Pacific) using satellite telemetry. **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras**, v.40, p.91-106, 2011 b.

BETHEA, D.M.; CARLSON, J.K.; HOLLENSEAD, L.D.; PAPASTAMATIOU, Y.; GRAHAM, B.S. A comparison of the foraging ecology and bioenergetics of the early

life-stages of two sympatric hammerhead sharks**. Bulletin of Marine Science**, v.87, p.873–889, 2011.

BLOCK, B.A.; DEWAR, H.; BLACKWELL, S.B.; WILLIAMS, T.; PRINCE, E.; BOUSTANY, A.M.; FARWELL, C.; FUDGE, D.J.; SEITZ, A. Migratory movements, depth preferences and thermal biology of atlantic bluefin tuna. **Science**, v.293, p.1310–1314, 2001.

CANESE, S.; CARDINALI, A.; ROMEO, T.; GIUSTI, M.; SALVATI, E.; ANGIOLILLO, M.; GRECO, S. Diving behavior of the giant devil ray in the Mediterranean Sea. **Endangered Species Research,** v.14, p.171–176, 2011.

CLARKE, S.; MILNER-GULLAND, E.J.; BJORNDAL, T. Social, economic, and regulatory drivers of the shark fin trade. **Marine Resource Economics**, v.22, p.305-327, 2007.

COMPAGNO, L.J.V. FAO species catalogue. **Sharks of the world**: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Fish. Synop., v. 4, 1984.

COMPAGNO, L.J.V. **Shark exploitation and conservation**. In: Elasmobranch as living resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries, (ed) PRATT, H.L.; GRUBER S.H.; TANIUCHI T. NOAA Technical Report. 1990.

DIAS-NETO, J. Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável de elasmobrânquios sobre-explotados ou ameaçados de sobre-explotação no Brasil. Brasília: Ibama, 2011.

FEITOZA, B.M.; ROCHA, L.A.; JÚNIOR, O.J.L.; FLOETER, S.R.; GASPARINI, J.L. Reef fishes of St. Paul's Rocks: new records and notes on biology and zoogeography. **Aquatic Journal of Ichthyology and Aquatic Biology**, v.7, p.61-82, 2003.

GARCIA, V.B.; LUCIFORA, L.O.; MYERS, R.A. The importance of habitat and life history to extinction risk in sharks, skates, rays and chimaeras**. Proceedings of the Royal Society**, v. 275, p.83-89, 2008.

GRAVES, J.E.; LUCKHURST, B.E.; PRINCE, E.D. An evaluation of pop-up satellite tags for estimating post-release survival of blue marlin. **Fishery Bulletin**, v.100, p.134-142, 2002.

HAMMERSCHLAG, N.; GALLAGHER, A.J.; LAZARRE, D.M. A review of shark satellite tagging studies. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,** v.398, p.1-8, 2011 a.

HAMMERSCHLAG, N.; GALLAGHER, A.J.; LAZARRE, D.M.; SLONIM, C. Range extension of the Endangered great hammerhead shark *Sphyrna mokarran*, in the

Northwest Atlantic: preliminary data and significance for conservation. **Endangered Species Research**, v.13, p.111-116, 2011 b.

HARRY, A.V.; MACBETH, W.G.; GUTTERIDGE, A.N.; SIMPFENDORFER, C.A. The life histories of endangered hammerhead sharks (Carcharhiniformes, Sphyrnidae) from the east coast of Australia. **Journal of Fish Biology**, v.78, p.2026–2051, 2011.

HAZIN, F.; FISCHER, A.; BROADHURST, M. Aspects of reproductive biology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, off northeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v.61, p.151–159, 2001.

HEARN, A.; KETCHUM, J.; KLIMLEY, A.P.; ESPINOZA, E.; PEÑAHERRERA, C. Hotspots within hotspots? Hammerhead shark movements around Wolf Island. Galapagos Marine Reserve. **Marine Biology,** v.157, p.1899–1915, 2010.

HEUPEL, M.R.; SIMPFENDORFER, C.A.; COLLINS, A.B.; TYMINISKI, J.P. Residency and movements patterns of bonnethead shark *Sphyrna tiburo* in a large Florida estuary. **Environmental Biology of Fishes,** v.76, p.47-67, 2006.

HORODYSKY, A.Z.; KERSTETTER, D.W.; LATOUR, R.J.; GRAVES, J.E. Habitat utilization and vertical movements of white marlin (*Tetrapturus albidus*) released from commercial and recreational fishing gears in the western North Atlantic Ocean: inferences from short duration pop-up archival satellite tags. **Fisheries Oceanography**, v. 16, p.240-256, 2007.

HUTCHINGS, A.J.; REYNOLDS, J.D. Marine Fish Population Collapses: Consequences for Recovery and Extinction Risk. **BioScience**, v. 54, p.297-309, 2004.

ICCAT. 2004. Recommendation by ICCAT concerning the conservation of sharks caught in association with fisheries managed by ICCAT (Rec. 04-10). Disponível em: <http://www.iccat.int/Documents/Recs/compendiopdf-e/2004-10-e.pdf.> Acessado em: 03 de novembro de 2012.

ICCAT. 2010. Recommendation by ICCAT on Hammerhead sharks (Family *Sphyrnidae*) caught in association with fisheries managed by ICCAT (Rec. 10-08). Disponível em: http://www.ccsbt.org/userfiles/file/other_rfmo_measures/iccat/ICCAT_2010-08.pdf.> Acessado em: 03 de novembro de 2012.

JORGENSEN, S.J.; KLIMLEY, A.P.; MUHLIA-MELO, A.F. Scalloped hammerhead shark *Spyrna lewini*, utilizes deep-water, hypoxic zone in the Gulf of California. **Journal of Fish Biology**, v.74, p.1682–1687, 2009.

KAWASAKI, T. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. **FAO Fisheries Report**, v.291, p.1065–1080, 1983.

KING, J. R.; MCFARLANE, G. A. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. **Fisheries Management and Ecology**, v.10, p.249–264, 2003.

KITAGAWA, T.; NAKATA, H.; KIMURA, S.; SUGIMOTO, T.; YAMADA, H. Analysis of tunas behavior using acoustic, archival and pop-up tag: review. **Otsuchi Marine Science**, v.27, p.1–6, 2002.

KLIMLEY, A.P. Social organization of schools of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith), in the Gulf of California. 1982. 355p. **Dissertation**, University of California, California.

KLIMLEY, A.P. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. **Environmental Biology of Fishes**, v.18, p.27–40, 1987.

KLIMLEY, A.P. Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance temperature, bathymetry, and geomagnetic field. **Marine Biology,** v.117, p.1–22, 1993.

KLIMLEY, A.P.; BEAVERS, S.C.; CURTIS, T.H.; JORGENSEN, S.J. Movements and swimming behavior of three species of sharks in La Jolla Canyon, California**.** **Environmental Biology of Fishes**, v.63, p.117–135, 2002.

KLIMLEY, A.P.; BUTLER, S.B.; NELSON, D.R.; STULL, A.T. Diel movement of scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* Griffith and Smith, to and from a seamount in the Gulf of California. **Journal of Fish Biology,** v.33, p.751-761, 1988.

KLIMLEY, A.P.; NELSON, D. R. Diel movement patterns of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) in relation to EL Bajo Espiritu Santo: a refuging central-position social system. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v.15, p.45-54, 1984.

KOTAS, J.E.; Mastrochirico, V.; PETRERE JUNIOR, M. Age and growth of the Scalloped Hammerhead shark, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith, 1834), from the southern Brazilian coast. **Braz. J. Biol.**,v. 71, p. 755-761, 2011.

LESSA, R.; MENNI, R.C.; LUCENA, F. Biological observationson *Sphyrna lewini* and *S. tudes* (Chondrichthyes, Sphyrnidae) from northern Brazil. **Vie Milieu**, v. 48, p.203–213, 1998.

LESSA, R.; VOOREN, C. M.; ARAÚJO, M. L. G.; KOTAS, J. E.; ALMEIDA, P. C.; FILHO, R. G.; SANTANA, F. M.; GADIG, O. B.; SAMPAIO, C. Plano nacional de ação para a conservação e o manejo dos estoques de peixes elasmobrânquios no

Brasil.2005.Disponível em:<http://www.iucnssg.org/tl_files/Assets/Regional%20files/South%20America/PDFs/IPOA%20SHARK%20Brasil%20non-offical.pdf>. Acessado em: 23 maio 2012.

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

MACENA, B.C.L. Estudo da sazonalidade, distribuição, abundância e comportamento migratório do tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. 2010. 109 p. **Dissertação**, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MADER, A.; SANDER, M.; CASA Jr, G.E.; ALTENHOFEN, R.J.; ANJO, C.S. Evidências de sobrepesca do tubarão martelo (*Sphyrna* spp.) no rio grande do sul, Brasil. **Biodiversidade Pampeana**, v. 5, p.3-5, 2007.

METCALFE, J.D.; LE QUESNE, W.J.F.; CHEUNG, W.W.L.; RIGHTON, D.A. Conservation physiology for applied management of marine fish: an overview with perspectives on the role and value of telemetry. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.367, p.1746-1756, 2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Lista das espécies ameaçadas de extinção. 2003. Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br>. Acesso em: 29 de março de 2012.

MOTTA, F. S.; GADIG, O. B.; NAMORA, R. C.; BRAGA, F. M. S. Size and sex compositions, length-weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. **Fisheries Research**, v.74, p.116–126, 2005.

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. **Marine Ecology Progress Series**, v.433, p.1–28, 2011.

NASBY-LUCAS, N.; DEWAR, H.; LAM, C.H.; GOLDMAN, K.J.; DOMEIER, M.L. White Shark offshore habitat: a behavioral and environmental characterization of the Eastern Pacific shared offshore foraging area. **PLOS ONE**, v.4, p.e8163, 2009.

PIERCY, A. N.; CARLSON, J. K.; SULIKOWSKI, J. A.; BURGESS, G. H. Age and growth of the hammerhead shark, *Spyrna lewini*, in the north-west Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. **Marine and Freshwater Research**, v.58, p.34–40, 2007.

SCHINDLER, D. E.; ESSINGTON, T. E.; KITCHELL, J.F.; BOGGS, C.; HILBORN, R. Sharks and tunas: fisheries impacts on predators with contrasting life histories. **Ecological Applications**,v.12, p.735–748, 2002.

SILVEIRA, M. 2007. Conservação do tubarão-martelo-recortado, *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) e do tubarão–martelo-liso, *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758). 2007. 47 f. **Monografia.** Faculdade de Ciências Biológicas-UNISANTA, Santos.

STEVENS, J.D.; BONFIL, R.; DULVY, N.K.; WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES **Journal of Marine Science**, v.57, p.476–494, 2000.

TOLOTTI, M. T. Pesca e ecologia do tubarão galha-branca oceânico (*Carcharhinus longimanus*, Poey 1861). 2011. 46p. **Dissertação**,Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

TORRES-ROJAS, Y.E. ; HERNÁNDEZ-HERRERA, A.; GALVÁN-MAGANÃ, F.; ALATORRE-RAMÍREZ, V.G. Stomach content analysis of juvenile, scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* captured off the coast of Mazatlán, Mexico. **Aquatic Ecology**, v.44, p.301–308, 2010.

VASKE JR., T.; LESSA, R. P. T.; RIBEIRO, A. C. B.; 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**, v.34, p.31-41, 2006.

VASKE JR. T. ; VOOREN, C. M.; LESSA, R. P. Feeding strategy of the Night Shark (*Carcharhinus Signatus*) and Scalloped Hammerhead Shark (*Sphyrna Lewini*) near seamounts off northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v.57, p.97-104, 2009.

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. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT**, v.62, p.1662-1670, 2008.

VOOREN, C.M.; KLIPPEL, S. Ações para conservação de tubarões e raias no sul do Brasil. In: VOOREN, C. M.; KLIPPEL, S.; GALINA, A. B. Biologia e status de conservação dos tubarões-martelo *Sphyrna lewini* e *Sphyrna zygaena*. Porto Alegre, 2005. 98-112 p.

WOLCOTT, T.G. New options in physiological and behavioural ecology through multichannel telemetry. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.193, p.257-275, 1995.

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

4- Artigo científico

4. 1 - Artigo científico

Artigo científico a ser encaminhado a Revista Anais da Academia Brasileira de Ciências (ABC) .

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (item 4.2).

Título do artigo

Deslocamentos verticais e horizontais do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) a partir do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.

Autores

Natalia Priscila Alves Bezerra[1]*, Bruno Cesar Luz Macena[2], Fábio Hazin[2] e Paulo Travassos[1]

Endereço dos autores

[1]Laboratório de Ecologia Marinha, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil, 52171-900. Fone/Fax (81) 3320-6511. Email: natalia_ufrpe@yahoo.com.br*.

[2]Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brazil, 52171-900.

Palavras-chave: ASPSP, marcação, movimentação, PSAT, tubarão martelo

Título abreviado

Deslocamento do tubarão martelo no ASPSP

Sessão

Ciências Biológicas

Resumo

No presente estudo foram monitoradas três fêmeas de tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) com o uso de transmissores via satélite PSAT (*Pop up satellite archival transmitting tag*) a partir do arquipélago de São Pedro e São Paulo. As duas primeiras fêmeas foram marcadas em outubro de 2010 e a terceira em março de 2012. Embora os três transmissores tenham sido pré-programados para coletarem dados por 70 dias, houve o desprendimento prematuro dos dois primeiros transmissores após 7 e 5 dias, respectivamente. A partir das informações de marcação e soltura dos transmissores e de geolocalização, os três tubarões aparentemente permaneceram no entorno do arquipélago durante o período em que foram monitorados. Com relação ao perfil do deslocamento vertical, os três espécimes experimentaram profundidades superiores a 150 m e águas com temperaturas acima dos 25°C. Os três tubarões permaneceram predominantemente em profundidades correspondentes à termoclina na área do arquipélago, embora tenham se deslocado por uma ampla faixa de profundidade que foi desde a camada de mistura até a zona mesopelágica. Apesar da relevância das informações obtidas para a compreensão dos padrões de deslocamento da espécie, são necessários ainda estudos complementares para elucidar o seu comportamento migratório.

Abstract

In the present study three female hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) were tagged with satellite tag PSAT (Pop up satellite archival transmitting tag) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago. The first two sharks were tagged in October 2010 and the third in March 2012. Although the tags were programmed to remain attached for 70 days, the first two tags were prematurely released after 7 and 5 days of monitoring, respectively. According to the deployment and pop-up information, as well as geolocation from the tag, all sharks remained in the Archipelago surroundings during the monitoring period. Regarding the vertical movement, the three sharks dove to depths greater than 150 m and water temperatures above 25°C. All sharks spent the majority of time at depths considered as thermocline zones near ASPSP. Nevertheless, the sharks covered a wide extension of the water column ranging from the mixing layer to the mesopelagic zone. In spite of the relevance of the obtained information for the understanding of the species movement patterns, complimentary studies are yet necessary to elucidate its migratory behavior.

Key words: tracking, PSAT, hammerhead shark, SPSPA, migration

1. INTRODUÇÃO

A busca por informações relacionadas ao comportamento dos peixes em seus hábitat essenciais é fundamental para compreender a história de vida, possibilitando a adoção de medidas eficientes que contribuam para a conservação das espécies e dos ecossistemas marinhos onde vivem (Hayes et al. 2009, Jorgensen et al. 2012). Contudo é bastante complexo traçar a história de vida das espécies, sobretudo para aquelas que realizam grandes migrações ou que possuem a capacidade de habitar uma variedade de ecossistemas, se fazendo necessária à integração entre os conhecimentos sobre o meio ambiente e a biologia da espécie.

A área de ocorrência do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*) está delimitada entre as latitudes de 40° N e 40° S, apresentando uma distribuição cosmopolita, com preferência por águas tropicais e temperadas. A espécie possui hábitos costeiros e semi-oceânicos, ocorrendo também em ecossistemas insulares (Compagno 1984 e 2002). Devido à sua vasta distribuição geográfica e ao valor comercial de suas longas nadadeiras, o tubarão martelo sofre intensa pressão pesqueira, tanto na zona costeira, pela pesca artesanal, como em zonas oceânicas, por meio da pesca industrial que utiliza espinhel pelágico e redes de emalhe (Motta et al. 2005, Mader et al. 2007, Amorim et al. 2011).

A sobrepesca, as elevadas taxas de capturas incidentais (*bycatch*) e a prática ilegal do *finning* são fatores que contribuíram para uma maior vulnerabilidade da espécie, acarretando em reduções drásticas de algumas populações em um curto período de tempo (Stevens et al. 2000, Zeeberg et al. 2006, Amandè et al. 2011). Diante desse quadro, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) em sua Lista Vermelha, classificou o tubarão martelo como uma espécie ameaçada de extinção, devido ao seu

declínio populacional apenas nos últimos vinte anos, em razão principalmente da sobrepesca (Baum et al. 2007). A Comissão Internacional para a Conservação do Atum no Atlântico (ICCAT), órgão responsável pela gestão da pesca e conservação dos estoques de atuns e espécies afins tais como os tubarões, no Oceano Atlântico, se posicionou quanto a esse problema, aprovando uma recomendação em 2010 proibindo a retenção a bordo, o desembarque e o comércio de quaisquer espécie do gênero Sphyrna (exceto o *Sphyrna tiburo*). A ICCAT recomendou ainda a realização de estudos sobre aspectos biológicos e ecológicos dessas espécies, com a finalidade de identificar áreas de berçário e possíveis rotas migratórias (ICCAT, 2010).

Devido à capacidade de elucidar os comportamentos migratórios das espécies, as marcas eletrônicas via satélite, a exemplo da *Pop up Satellite Archival Tag* (PSAT), são capazes de monitorar remotamente os animais, sendo esta tecnologia utilizada com sucesso inclusive para o estudo com elasmobrânquios (Bessudo et al. 2011 b, Hammerschlag et al. 2011, Musyl et al. 2011). A partir das interpretações dos dados coletados por esses transmissores, é possível se conhecer os hábitat preferenciais, bem como a extensão dos deslocamentos verticais e horizontais das espécies, possibilitando, através desses parâmetros, inferir algumas características ecológicas (Klimley et al. 1988). Embora dispositivos eletrônicos de monitoramento já tenham sido utilizados em tubarões martelo, especialmente em ecossistemas insulares, ainda são escassas as informações geradas por meio de transmissores via satélite para a espécie (Jorgensen et al. 2009, Bessudo et al. 2011 b).

O *S. lewini* tem ocorrência no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), um conjunto de pequenas ilhas oceânicas brasileiras, também visitadas por várias espécies que procuram locais mais abrigados e produtivos, e que encontram nessas áreas uma maior probabilidade de sucesso para o seu crescimento somático e reprodutivo

(Vaske Jr. et al. 2005, Morato et al. 2010, Pinheiro et al. 2011). Por sua vez, existe uma ictiofauna abundante no entorno do ASPSP, e para algumas espécies esse é apenas um ponto de parada em sua rota migratória (Lessa et al. 1999, Macena 2010, Bezerra et al. 2011, Mendonça 2011), enquanto para outras o mesmo pode representar uma residência temporária ou permanente. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi elucidar os padrões de deslocamentos verticais e horizontais em curta escala de tubarões martelo monitorados a partir do ASPSP, com vistas a contribuir para o conhecimento acerca da ecologia da espécie e, assim, para a sua conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (0°55'02"N, 029°20'42"W) é o menor ecossistema insular oceânico brasileiro, formado por rochas ultrabásicas de origem plutônica, localizado sobre a falha transformante da Dorsal Meso-Atlântica (Campos et al. 2005) (Fig. 3). Em decorrência da sua posição geográfica privilegiada, praticamente no meio do Oceano Atlântico, distando cerca de 530 mn de Natal-RN no Brasil e 985 mn da Guiné-Bissau no continente africano, o arquipélago tem despertado um especial interesse do ponto de vista científico, ecológico, econômico e político (MABESOONE e COUTINHO, 1970). O ASPSP está inserido em uma Área de Proteção Ambiental (APA), da qual fazem parte o Arquipélago de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas abrangendo uma área total de 79.706 ha.

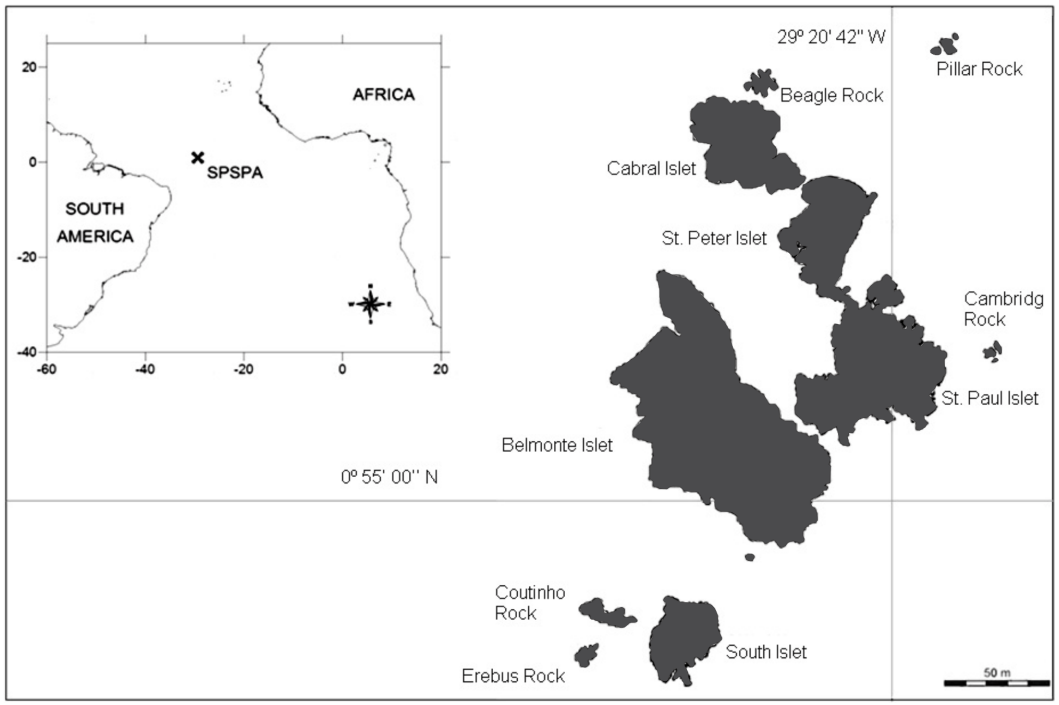

Figura 3: Localização do arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).

2.2. Uso dos transmissores

Três marcas eletrônicas via satélite Mk10 (PSAT – *pop up satellite archival tag; Wildlife Computers*, WA, EUA) foram utilizadas para obter informações sobre os deslocamentos horizontais e verticais dos tubarões martelo monitorados a partir do arquipélago de São Pedro e São Paulo. Os transmissores PSAT são capazes de coletar e armazenar dados de pressão (profundidade), temperatura da água e nível de luz solar (convertido em posição geográfica) por todo o período em que a marca estiver fixadas ao tubarão. Esses sensores apresentam uma resolução de 0.5 m e 0.05°C para profundidade e temperatura, respectivamente.

As três PSAT foram programadas para coletar e armazenar dados a cada 1 segundo, sumarizados em 14 intervalos (ou 14 *bins*) de temperatura e profundidade (intervalos descritos na figura 3), fornecendo histogramas intermitentes a cada 3 h. Os intervalos contemplados pelos 14 bins foram pré-estabelecidos a partir de características comportamentais relacionadas à preferência por determinadas profundidades e

temperaturas já discutidas para a espécie (Klimley et al. 1988). Todos os dispositivos foram pré-programados para coletar dados por 70 dias, após o qual a marca seria liberada, iniciando o processo de envio das informações através do sistema de satélites Argos. Após o recebimento dos dados coletados, esses foram decodificados por meio do programa WC-DAP (*Data Analysis Programs*) e WC-GPE (*Global Position Estimator*), disponibilizados pela *Wildlife Computers* fabricante dos transmissores.

A análise de variância (ANOVA) com um único fator (*one way*) foi aplicada separadamente para o dia (6h-17h) e para a noite (18h-5h) com o intuito de avaliar possíveis diferenças entre o tempo de permanência nas diferentes faixas de profundidades e temperatura em cada período. A fim de testar se a permanência dos tubarões nas profundidades e temperaturas difere entre os períodos diurno e noturno, foi realizada uma ANOVA com fator duplo (*two way*). Toda a análise estatística foi realizada no software livre BioEstat 5.

2.3. Geolocalização

As estimativas de geolocalização foram calculadas por meio do programa padrão WC-GPE® disponibilizado pelo fabricante dos transmissores. Contudo, devido ao volume reduzido de dados dos dois primeiros tubarões marcados, foi possível calcular apenas a geolocalização para o terceiro tubarão. Embora tenham sido realizadas 49 leituras de luminosidade pelo transmissor fixado no TM 3, apenas 12 curvas de luz foram satisfatórias para o processamento da geolocalização por luminosidade. As estimativas da rota mais provável do TM-3 foram calculadas utilizando a função KFTrack, ferramenta disponível no próprio programa WC-GPE®.

2.4. Procedimento de marcação

Os tubarões TM 1 e TM 2 foram marcados à leste do ASPSP, a uma distância de aproximadamente 5 mn. Já o TM 3 foi marcado a pouco menos de uma milha do ASPSP, também à leste.

No transcorrer do experimento, dois espécimes foram marcados no mês de outubro de 2010 (TM 1 e TM 2) e o terceiro (TM 3) em março de 2012. Para os três exemplares monitorados os seus comprimentos totais foram estimados e os seus sexos identificados. Os tubarões foram capturados por uma linha de espera constituída por um cabo principal de monofilamento (300 mm) com dezesseis linhas secundárias (200 mm) finalizadas com anzóis circulares (nº 16 e 17). O tempo de imersão da linha de espera foi de aproximadamente 4 horas durante o período noturno (19h-23h e 0h-4h).

Com o intuito de minimizar o estresse dos animais, o procedimento de marcação durou no máximo 4 minutos. As marcas dos dois primeiros exemplares foram fixadas na musculatura da base da primeira nadadeira dorsal, com auxílio de um dardo de aço inoxidável de 7 cm, com os animais no convés do barco de apoio. Já o terceiro tubarão foi marcado dentro da água, através do auxílio de um bote inflável. O transmissor foi fixado na altura medial da primeira nadadeira dorsal, à aproximadamente 5 cm da região anterior, por meio de um cabo de monofilamento revestido por pvc, formando uma alça que uniu o cabo com a marca à nadadeira do animal. As imagens do procedimento de marcação dos tubarões se encontram em anexo apenas para a dissertação.

3. Resultados

3.1. Monitoramento e desempenho da PSAT

Os três tubarões martelo (TM 1, TM 2 e TM 3) marcados eram fêmeas que mediram aproximadamente 250 cm, 260 cm e 200 cm de comprimento total (CT), respectivamente. Embora as PSAT tenham sido programadas para permanecer coletando dados por um período 70 dias, os transmissores ficaram retidos ao TM 1 e ao TM 2 durante apenas sete e cinco dias, respectivamente. O tempo de retenção dos transmissores aos tubarões variou de 5 a 70 dias (média do tempo de retenção= 27,33 dias; DP= 36,96; n= 3) (Tabela 1).

Tabela 1: Informações acerca dos três tubarões martelo monitorados através do uso de transmissores PSAT a partir do ASPSP.

					Marcação			Liberação		Período de	Performance
Tubarão Martelo	ID	Marcação	Sexo	C T	Lat.	Long.	Liberação	Lat.	Long.	Retenção	da PSAT
TM 1	97761	8/10/2010	F	250 cm	0.863N	29.280W	14/10/2010	0.935N	29.294W	7 d	90%
TM 2	97769	6/10/2010	F	260 cm	0.858N	29.317W	10/10/2010	1.270N	28.594W	5 d	90%
TM 3	75330	28/03/2012	F	200 cm	0.918N	29.336W	10/6/2012	0.845N	29.423W	70 d	61%

3.2. Deslocamento horizontal

Devido aos locais de marcação e soltura dos transmissores serem bastante próximos, os três tubarões possivelmente permaneceram nas circunvizinhanças do ASPSP durante o tempo em que foram monitorados. Os locais de desprendimento dos transmissores dos TM 1,TM 2 e TM 3 distaram 4,5 mn, 48,0 mn e 7,2 mn do local de marcação, e 3,3 mn, 50,5 mn e 6,7 mn respectivamente, do ASPSP. As informações referentes à geolocalização do TM 3 indicaram que este se movimentou nas adjacências do ASPSP (Fig. 04), permanecendo durante o tempo de monitoramento em um raio de aproximadamente 8 mn. Os últimos pontos do deslocamento parecem indicar que o TM 3 estaria se afastando do ASPSP no sentido Sudoeste, entretanto, não é possível afirmar se

o mesmo prosseguiria com esta provável migração ou se retornaria às circunvizinhanças do arquipélago devido ao fim do monitoramento. Mais estudos ainda são necessários para se conhecer o tempo de permanência da espécie no arquipélago e as suas possíveis rotas de migração a partir do ASPSP.

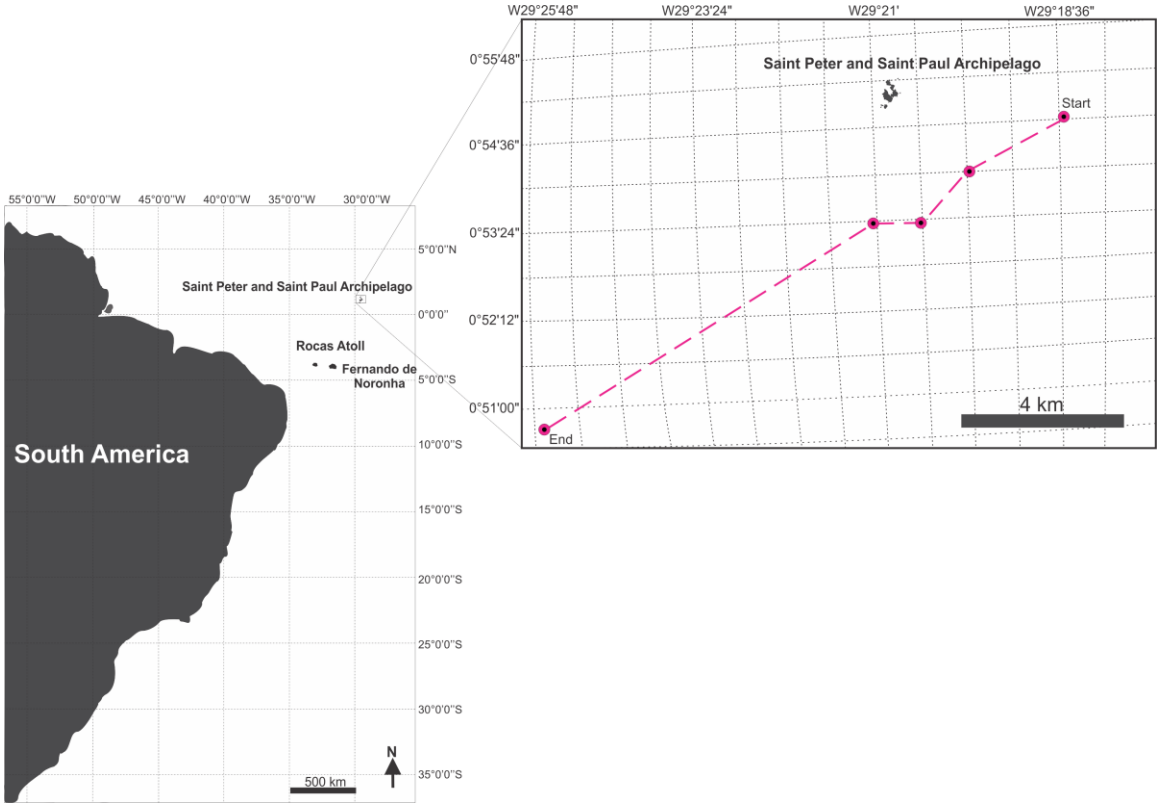

Figura 4: Movimentação horizontal do tubarão martelo (TM 3) a partir do ASPSP.

3.3. Deslocamento vertical

O comportamento diário de movimentação vertical dos três tubarões monitorados indicou a preferência desses animais por águas mais aquecidas, superiores a 25°C, e por profundidades acima de 150 m. Contudo, a despeito dessa faixa preferencial, os três exemplares monitorados realizaram incursões frequentes a profundidades superiores a 150 m. Em 11/10/2010 o TM 1 atingiu a profundidade máxima de seus mergulhos a 592 m, na qual foi registrada a temperatura mínima de 6,2°C experimentada por este espécime (Fig. 5).

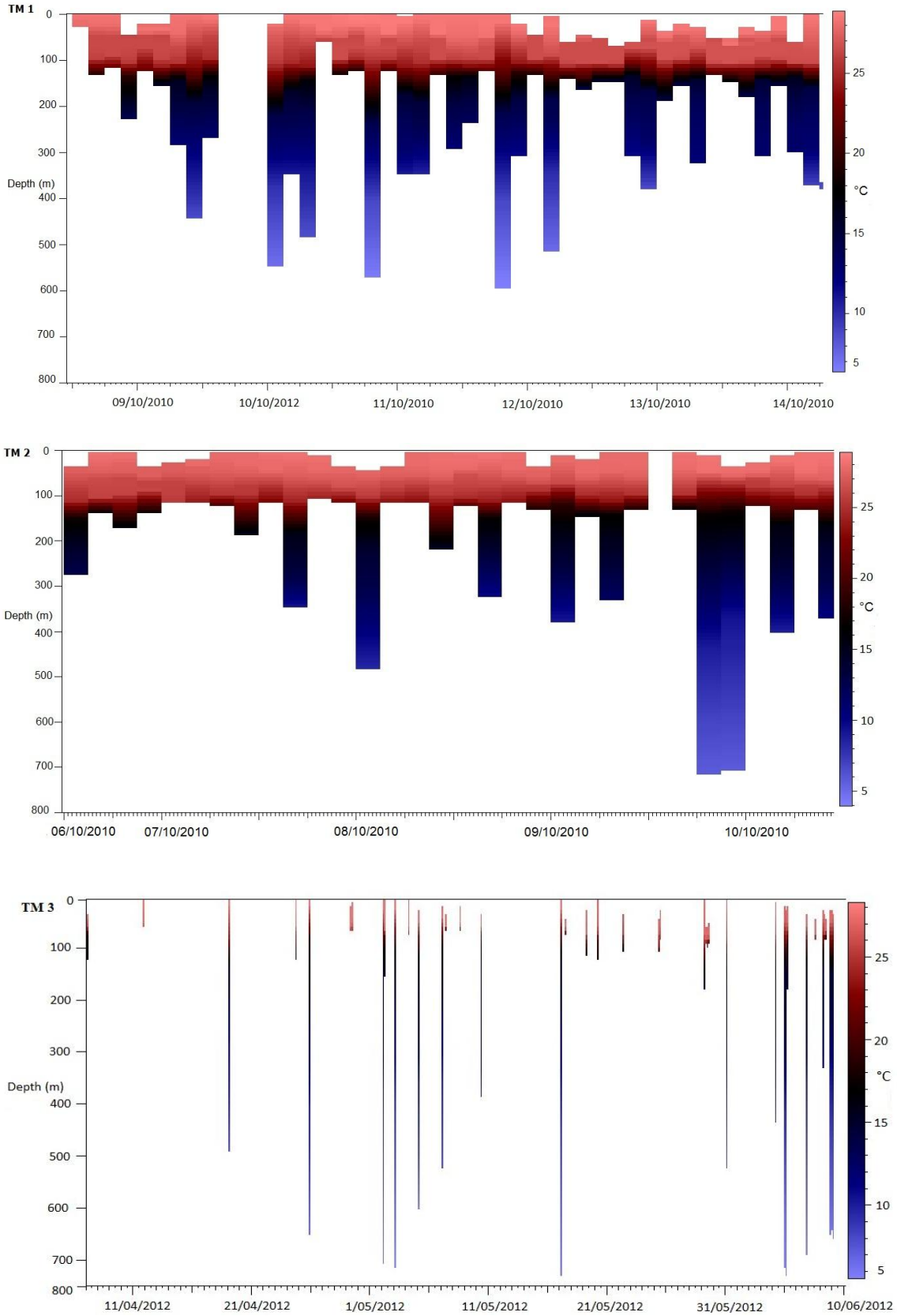

Figura 5: Perfis de profundidade e temperatura registrados para os tubarões martelo TM 1, TM 2 e TM 3, monitorados a partir do ASPSP. Os perfis correspondem a dados sumarizados a cada 3h, contendo oito leituras de profundidade e 16 de temperatura.

Já o TM 2 mergulhou a uma profundidade máxima de 712 m, onde o valor mínimo de temperatura correspondeu a 5,8°C em 09/10/2010. O terceiro tubarão (TM 3), por sua vez, realizou o maior mergulho entre todos os tubarões monitorados, alcançando 728 m de profundidade em dois dias (17/05/12 e 05/06/12), com temperatura mínima de 5,6°C (Fig. 5). Todos os mergulhos realizados pelos três tubarões às zonas de maiores profundidades (>500 m) foram registrados durante o período noturno (Fig. 6).

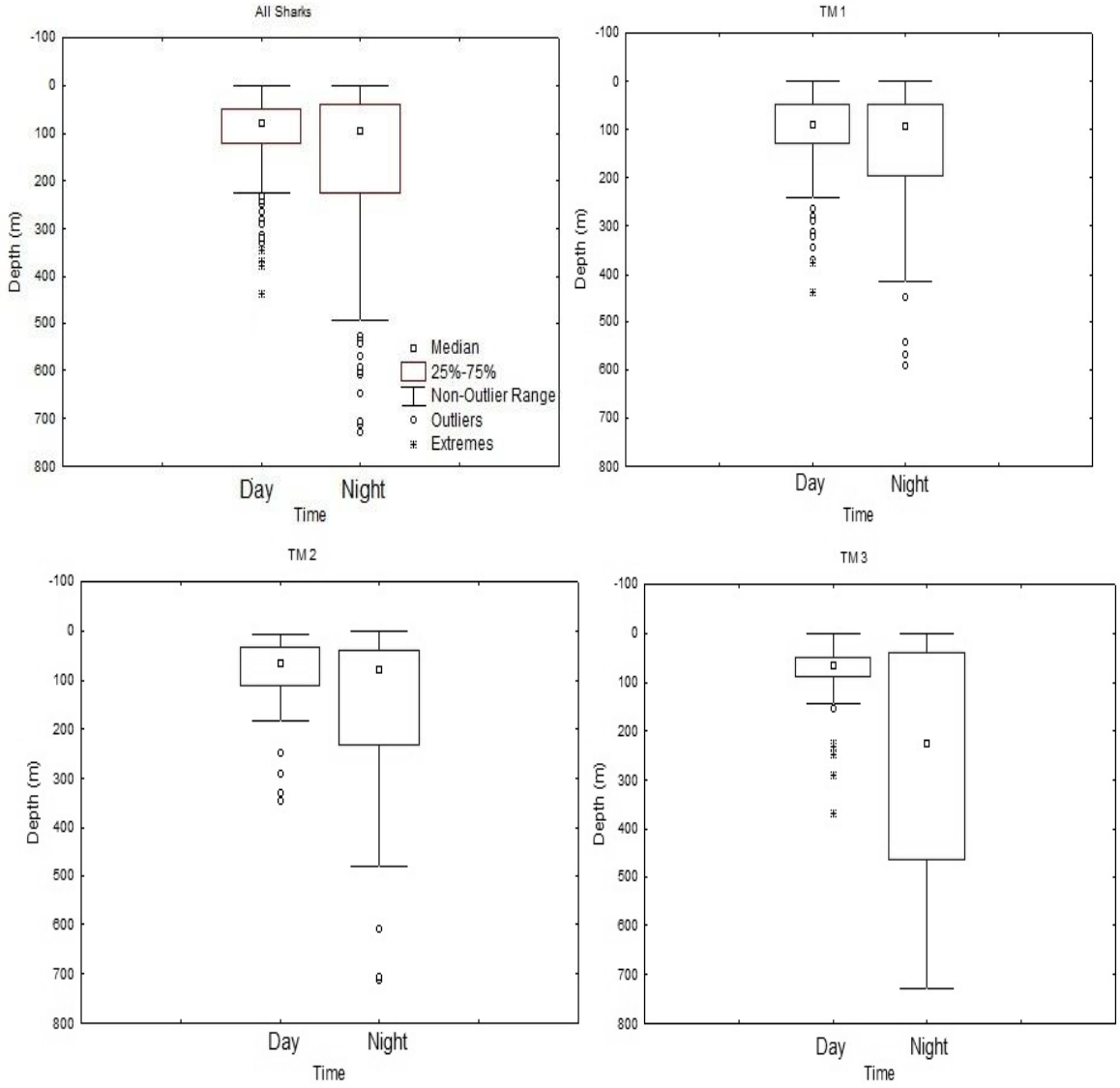

Figura 6: Profundidades mínimas e máximas nos períodos diurnos e noturnos para os três tubarões monitorados (All sharks) e individualmente para o TM1, TM2 e TM3 marcados no ASPSP.

O TM 1 passou longos períodos em profundidades entre a superfície e 150 m, tanto de dia (97,7%) quanto à noite (94,6%), comportamento também observado para o TM 2, que permaneceu aproximadamente 97,3% do dia e 98,7% da noite nestas profundidades. Já o TM 3 frequentou uma faixa preferencial de profundidade com menor amplitude, permanecendo a maior parte do tempo acima dos 75 m no período diurno (88,8%) e noturno (70%). Os dados referentes aos perfis de temperatura indicaram, analogamente, que os três tubarões experimentaram com maior frequência águas mais quentes, acima de 26°C até 24°C, tanto durante o dia (86,1%, 84,3% e 81,8%) quanto à noite (79,4%, 86,7% e 70,1%), para o TM 1, TM 2 e TM 3, respectivamente. Apesar de não serem regulares, mergulhos abaixo dos 150 m foram realizados pelos três tubarões TM 1, TM 2 e TM 3 correspondendo, respectivamente, a apenas 2,2%, 11,1% e 2,6% do tempo durante o dia e 5,3% ,1,2% e 29,8% no período noturno. Contudo, o TM 3 apresentou uma discreta tendência para realizar mergulhos a maiores profundidades, especialmente à noite. De forma menos expressiva, temperaturas inferiores a 24° C foram frequentadas pelos tubarões TM 1, TM 2 e TM 3 durante o dia (13,8%, 15,6% e 18,1%, respectivamente) e a noite (20,5%, 13,2% e 29,8%, respectivamente) (Fig. 7). De acordo com os resultados da ANOVA, não existem diferenças significativas entre o dia e a noite, considerando-se o tempo de permanência nas diferentes faixas de profundidades e temperatura, respectivamente, frequentadas pelo TM 1 ($p=0,8085$, $F=0,0587$ e $p=0,9901$, $F=2,15$), TM 2 ($p= 0,2999$, $F=1,07$ e $p=0,7130$, $F=1,40$) e TM 3 ($p= 0,9944$, $F= 3,88$ e $p=0,9928$, $F=0,23$). Contudo, a partir das observações realizadas para cada período separadamente (dia e noite), foi constatada uma elevada significância entre o tempo gasto pelos tubarões nas diferentes profundidades durante o dia ($p<0,0001$,$F=39,54$; $p<0,0001$,$F=20,54$; $p<0,0001$, $F=13,71$) e também durante à noite ($p<0,0001$,$F=25,82$; $p<0,0001$,$F=27,35$; $p<0,0001$,$F= 21,15$) para o TM 1, TM 2 e TM 3, respectivamente.

Da mesma forma, nas análises individuais das temperaturas experimentadas nos dois períodos distintos, também ocorreram diferenças significativas para o TM 1, TM 2 e TM 3 de dia ($p<0,0001$, $F=46,58$; $p<0,0001$,$F=42,03$; $p<0,0001$,$F=78,61$, respectivamente) e de noite ($p<0,0001$,$F=44,52$; $p<0,0001$,$F= 56,10$; $p<0,0001$,$F=118,86$, respectivamente). Baseado nessas informações é possível inferir que os três tubarões martelo monitorados realizaram mergulhos em faixas de profundidade e temperatura semelhantes tanto durante o dia como a noite, embora tenham sido detectadas diferenças significativas entre o tempo gasto nas diferentes profundidades e temperaturas em cada período analisado individualmente, devido a maior permanência dos tubarões em camadas mais superiores com águas aquecidas.

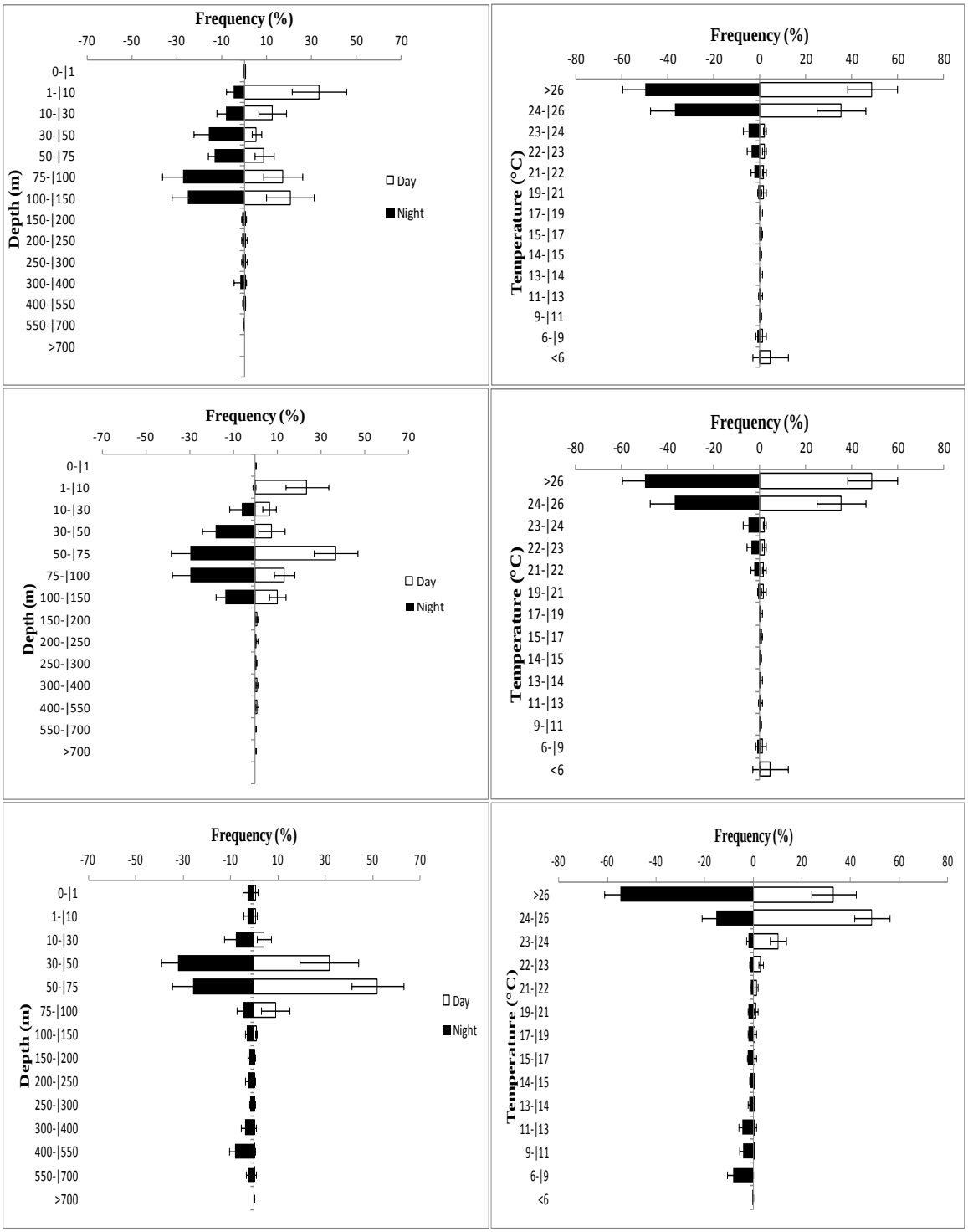

Figura 7: Distribuição das porcentagens de tempo por profundidade e temperatura para os três tubarões martelo (TM1 superior, TM 2 meio e TM 3 inferior) monitorados a partir do ASPSP.

Devido a uma função (*Time series*) disponível apenas para transmissor utilizado no TM 3, a cada 10 minutos foram coletados dados de temperatura e pressão das águas adjacentes ao animal em ciclos de 10 dias (10 dias coletando dados e 10 dias desligado),

sendo fornecidas 288 leituras de profundidade e de temperatura a cada 24h, o que possibilitou o delineamento do perfil da migração diária vertical na coluna d'água com maior detalhamento para esse espécime (Fig. 8 e 9).

A partir desses dados foi possível identificar um claro movimento circadiano realizado pela espécie: durante o dia, o tubarão permaneceu em camadas mais rasas (94,4%), nadando em profundidades de até 100 m (média ± erro padrão) (56,2 ± 7,4) e experimentando temperaturas que variaram de 15,9^{o} C a 28,2^{o} C (23,9± 0,6), ao passo que 80% dos mergulhos abaixo dos 100 m (112,7 ± 10,5) de profundidade ocorreram à noite, em águas com temperaturas entre 7,3° C e 18,6° C (10,4 ± 1,3) (Fig. 8 e 9). Os padrões de movimentação vertical indicaram que o tubarão martelo é capaz de adaptar-se a uma grande amplitude de profundidade e temperatura na coluna d'água, entre as zonas epipelágicas e mesopelágicas exibindo, contudo, uma notável preferência por águas acima dos 100 m de profundidade, com mergulhos a regiões mais profundas principalmente à noite.

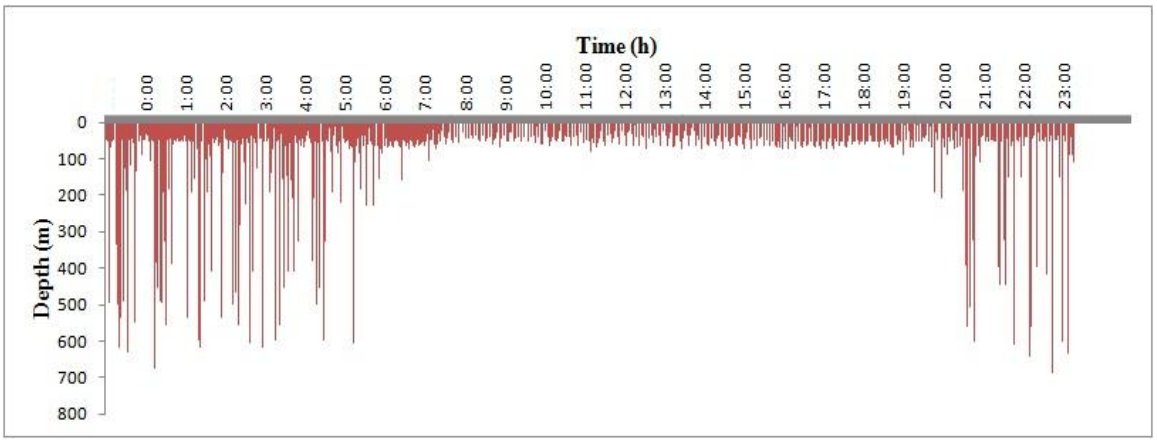

Figura 8: Deslocamento vertical diário do tubarão martelo (TM 3) nas diferentes faixas de profundidade.

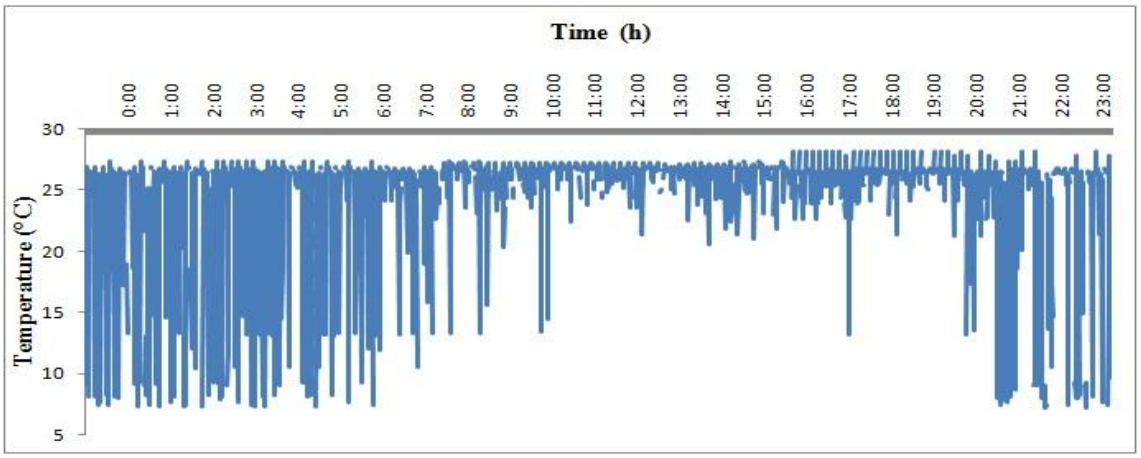

Figura 9: Deslocamento vertical diário do tubarão martelo (TM 3) nas diferentes faixas de temperatura.

Tendo em vista que durante os experimentos de marcação os três tubarões aparentemente permaneceram nas proximidades do arquipélago, foi possível assumir valores entre 50 m e 120 m de profundidade como correspondente a faixa da termoclina no ASPSP (Travassos et al. 1999). Partindo desse pressuposto, os tubarões TM 1,TM 2 e TM 3 apresentaram comportamentos similares, realizando mergulhos significativos na camada de mistura (<50m) (40%, 32% e 40% do tempo, respectivamente), no entanto o maior tempo de permanência desses animais (56%, 65% e 48%, respectivamente) foi relacionado as profundidades dentro da termoclina, sugerindo haver uma preferência pelos tubarões monitorados as zonas de profundidades e temperaturas correspondentes a termoclina no entorno do ASPSP (Fig. 10).

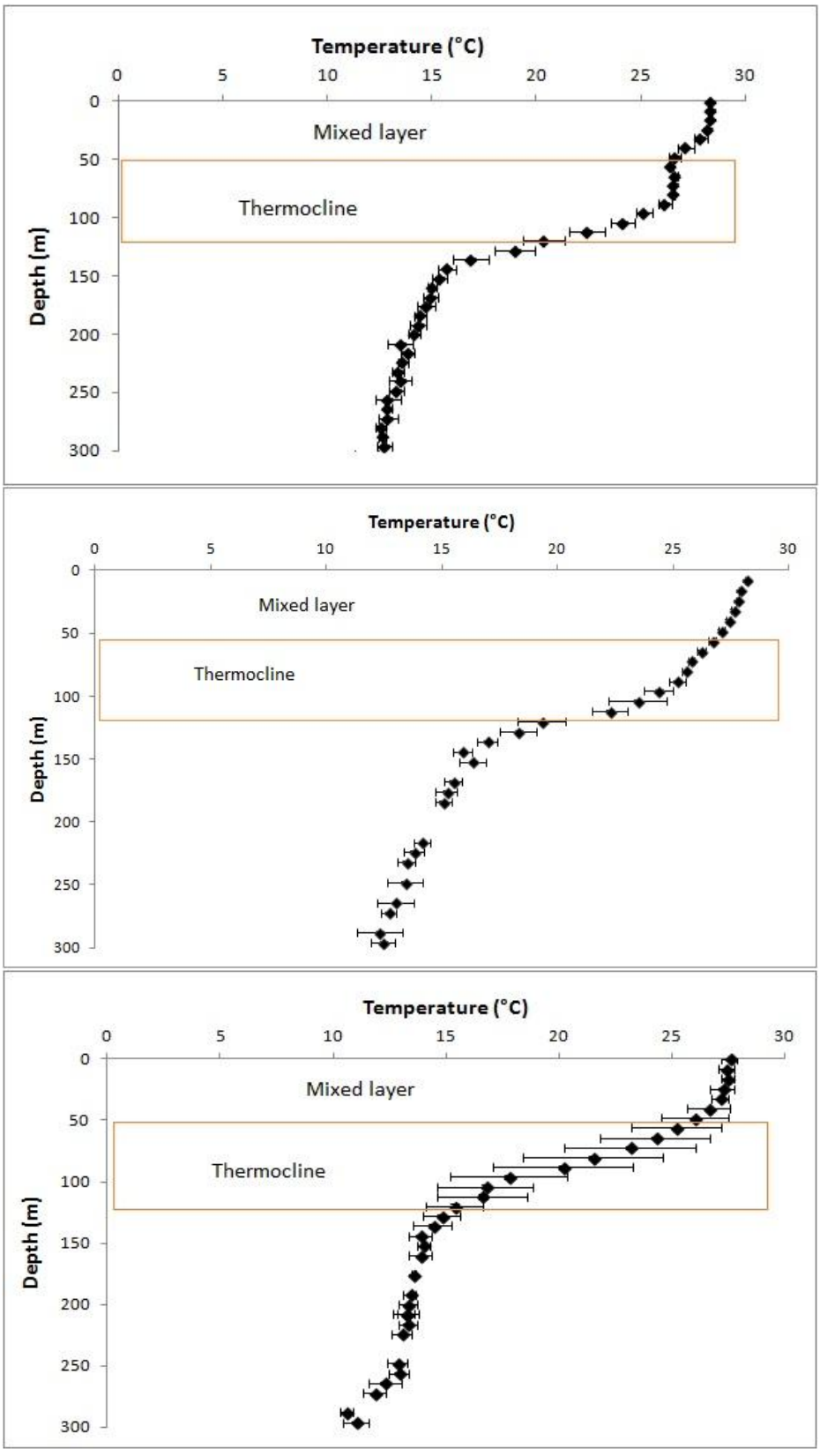

Figura 10: Perfil de profundidade e temperatura experimentadas pelos tubarões martelo (TM 1 superior, TM 2 meio e TM 3 inferior) monitorados a partir do ASPSP. Os dados foram obtidos através das PSAT e os limites da camada de mistura (Mixed layer) e da termoclina (Thermocline) em vermelho foram estabelecidos de acordo com Travassos et al. (1999).

4. Discussão

-Desempenho do transmissor

O uso de transmissores via satélite como ferramenta para desvendar a etologia do tubarão martelo é inédito no Atlântico sul e equatorial, assim como mundialmente a utilização dessa tecnologia aplicada à espécie ainda é bastante recente. Por isso, os métodos utilizados para a fixação das marcas precisam ser experimentados e discutidos, para se aumentar a probabilidade de sucesso nas marcações (Jorgensen et al. 2009, Bessudo et al. 2011 b). No presente estudo, o curto período de retenção do transmissor aos tubarões foram semelhantes ao observado para a espécie por Bessudo et al. (2011 b), sendo comumente relatado o desprendimento prematuro da marca também para outras espécies de tubarões (Skomal et al. 2009, Meyer et al. 2010, Hammerschlag et al. 2011). Embora diversas causas possam ter cooperado para o reduzido tempo de retenção das marcas nos dois primeiros tubarões (Kerstetter et al. 2004, Hays et al. 2007), a razão mais plausível é a metodologia de marcação a bordo, tendo em vista a diferença no tempo de permanência do transmissor no terceiro tubarão marcado dentro da água. Musyl et al. (2011) também inferiu que as marcações realizadas no convés das embarcações estão associadas a um menor tempo de retenção, quando comparadas àquelas realizadas dentro da água, possivelmente devido ao estresse sofrido pelo tubarão durante a implantação da marca a bordo.

- Deslocamento Horizontal

Os três tubarões martelo monitorados durante o presente estudo aparentemente não percorreram grandes distâncias, permanecendo a maior parte do tempo nas adjacências do ASPSP. Comportamento semelhante foi descrito também para a espécie a partir de monitoramentos realizados na ilha de El Bajo Espiritu Santo no Golfo da Califórnia, onde foi possível observar a permanência dos tubarões martelo nas

imediações da ilha na maior parte do período investigado (Klimley e Nelson 1984, Klimley et al. 1988). Movimentos diários em que os tubarões se afastam durante a noite e retornam às ilhas no período diurno foram relatados, inclusive alguns estudos apontaram que a espécie possui preferência por áreas específicas da ilha (*hotspots*), onde geralmente ocorre uma maior agregação de vida marinha (Klimley e Butler 1988, Hearn et al. 2010). Porém, devido às limitações inerentes à geolocalização, no presente estudo não foi possível chegar a essa conclusão. É provável, no entanto, que a movimentação diária do tubarão martelo aconteça devido à busca solitária por presas a noite, retornando as ilhas ao amanhecer para novamente se agregar em cardumes, sendo a ilha utilizada como um georeferencial (Klimley, 1993). Não obstante ao que ocorreu no ASPSP, nas ilhas de Malpelo, Cocos e Galápagos os tubarões martelo também permaneceram longos períodos próximos às ilhas, entretanto a espécie foi absolutamente capaz de realizar deslocamentos em maior escala nas três ultimas ilhas, com uma distância percorrida entre as áreas de 1941 km (Bessudo et al. 2011 a). O grande período de permanência dos tubarões martelos em ecossistemas insulares, a exemplo do que também ocorreu no ASPSP, pode estar relacionado com a alta produtividade desses locais que servem de abrigo e proteção para muitas espécies. Fenômenos pontuais de ressurgência, e a influência das correntes marítimas capazes de transportar nutrientes que podem ficar retidos nas ilhas, contribuem significativamente para uma maior oferta de alimento, acarretando em uma elevada agregação de vida marinha nesses locais (Worm et al. 2003, White et al. 2007).

-Deslocamento Vertical

Nas ilhas de Malpelo e Cocos, em ambos os períodos, diurno e noturno, os tubarões martelo realizaram mergulhos predominantemente restritos a águas mais aquecidas, com profundidades de até 100 metros, preferências essas que foram similares às observadas no presente estudo, principalmente para o terceiro tubarão (Bessudo et al.

2011 a, b). Embora mergulhos profundos tenham sido registrados para os três tubarões martelo marcados no presente trabalho, a profundidade máxima alcançada (728 m) foi inferior aos 1.000 metros já reportados para a espécie (Bessudo et al. 2011 b). Essas incursões a maiores profundidades estão possivelmente associadas à busca por presas, tendo em vista a capacidade da espécie em fazer investidas a organismo presentes no ambiente mesopelágicos e da sua preferência alimentar por cefalópodes da província oceânica, a exemplo das espécies *Chiroteuthis sp.* e *Vampyroteuthis infernalis*, capazes de habitar profundidades de 300 metros (Smale e Cliff 1998, Vaske Jr. et al. 2009). Deslocamentos para águas mais profundas por razões tróficas também impulsionaram os mergulhos de outras espécies de tubarões (Weng et al. 2007, Bonfil et al., 2010), embora a termorregulação seja um outro possível fator que pode justificar esse comportamento (Campana et al. 2011, Thums et al. 2012). Todos os mergulhos realizados pelos três tubarões ao ambiente mesopelágico ocorreram no período noturno, contrariando o padrão comumente descrito para outras espécies de tubarões, que tendem a permanecer em águas mais profundas durante o dia, deslocando-se, durante a noite, para águas próximas à superfície, em busca de alimento (Weng e Block 2004, Sims et al. 2005, Queiroz et al. 2012). O comportamento inverso registrado para tubarão martelo provavelmente é reflexo da menor competitividade por presas em águas mais profundas, tendo em vista a capacidade da espécie de tolerar as condições abióticas características de maiores profundidades (Jorgensen et al. 2009). Na ilha de Wolf, incursões a profundidades entre 100 e 300 metros ocorreram durante a noite, coincidindo com o afastamento dos tubarões martelo da ilha (Hearn et a. 2010). Embora os dados de geolocalização não sejam precisos para confirmar tais movimentos, é possível que o tubarão martelo se afaste durante a noite do ASPSP, devido à incidência dos mergulhos mais profundos serem registrados nesse período, embora incursões a tais profundidades possam ter sido

realizadas em áreas bastante próximas ao arquipélago devido às suas particularidades batimétricas (Campos et al. 2005). Os movimentos diários que oscilam entre a superfície e os mergulhos profundos são chamados de *yo yo* (sobe e desce) por outros autores, sendo esse comportamento observado também neste estudo (Klimley et al. 2002, Bessudo et al. 2011 b).

- Frequência na termoclina

Nas ilhas de Malpelo e Cocos os tubarões martelo exibiram uma notável tendência por nadarem dentro da termoclina, inclusive as preferências termais dos tubarões se modificaram devido à variação sazonal das profundidades da termoclina (Bessudo et al. 2011 a). Esses resultados corroboram com os descritos no presente estudo, devido ao maior tempo de permanência dos tubarões martelo dentro da faixa de profundidade atribuída à termoclina no ASPSP (Travassos et al. 1999). Assim como o tubarão martelo, outras espécies exibiram preferência por temperaturas e profundidades relacionadas à termoclina, a exemplo dos tubarões azul e mako (Queiroz et al. 2012, Holts e Bedford 1993). Cabe ressalvar, entretanto, que os espécimes marcados no presente estudo não se limitaram apenas ao intervalo de profundidade e temperatura correspondente à termoclina, com os três animais monitorados tendo se deslocado tanto na camada de mistura como abaixo da termoclina.

Neste estudo, apesar do número reduzido de marcas, foi possível identificar um padrão de movimentação vertical para a espécie que corrobora com comportamentos já descritos para a mesma em outras ilhas oceânicas. No que se refere ao deslocamento horizontal, contudo, esforços adicionais de pesquisa precisam ser ainda desenvolvidos de modo a identificar prováveis rotas migratórias. Devido às primeiras informações sobre a movimentação do tubarão martelo no Atlântico sul indicarem que a espécie permanece próxima ao ASPSP, que por sua vez está inserido na APA composta também pelo

Arquipélago de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas, o presente estudo ressalta a importância de que sejam adotadas medidas relacionadas à conservação não apenas da espécie, mas também dos ecossistemas insulares brasileiros, com vistas a garantir o sucesso da sobrevivência do tubarão martelo em seu ambiente natural.

5. Agradecimentos

Agradecemos a todos os pescadores e pesquisadores que trabalham no ASPSP pelo apoio durante a realização desse estudo. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos. À Marinha do Brasil e ao Cnpq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio logístico e financeiro.

6. Referências Bibliográficas

AMANDÈ MJ, ARIZ J, CHASSOT E, CHAVANCE P, MOLINA AD, GAERTNER D, MURUA H, PIANET R AND RUIZ J. 2011. By-catch and discards of the European purse seine tuna fishery in the Atlantic ocean: estimation and characteristics for 2008 and 2009. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT 66: 2113-2120.

AMORIM CA, DELLA-FINA N AND PIVA-SILVA N. 2011. Hammerheads sharks, *Sphyrna lewini* and *S. zygaena* caught by longliners off Southern Brazil, 2007-2008. Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT 66: 2121-2133.

BAUM J et al. 2007. *Sphyrna lewini*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. Available from: <http://www.iucnredlist.org>. Accessed: 17 November 2012.

BESSUDO S, SOLER GA, KLIMLEY AP, KETCHUM JT, HEARN A AND ARAUZ R. 2011a. Residency of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini* at Malpelo Island and evidence of migration to other islands in the Eastern Tropical Pacific. Environ Biol Fish 91: 165–176.

BESSUDO S, SOLER GA, KLIMLEY P, KETCHUM J, ARAUZ R, HEARN A, GUZMÁN A AND CALMETTES B. 2011b. Vertical and horizontal movements of the scalloped hammerhead shark (*Sphyrna lewini*) around Malpelo and Cocos Islands (Tropical Eastern Pacific) using satellite telemetry. Bol Invest Mar Cost 40: 91-106.

BEZERRA NPA, TRAVASSOS P, HAZIN FHV, VIANA DL AND MACENA BCL. 2011. Occurrence of blackfin tuna *Thunnus atlanticus*, Lesson 1931 (Scombridae) in Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. Panamjas 6: 68-70.

BONFIL R, FRANCIS MP, DUFFY C, MANNING MJ AND O'BRIEN S. 2010. Large-scale tropical movements and diving behavior of white sharks *Carcharodon carcharias* tagged off New Zealand. Aquat Biol 8: 115-123.

CAMPANA SE, DOREY A, FOWLER M, JOYCE W, WANG Z, WRIGHT D AND YASHAYAEV I. 2011. Migration Pathways, Behavioural Thermoregulation and Overwintering Grounds of Blue Sharks in the Northwest Atlantic. PLoS ONE 6: e16854.

CAMPOS TFC, VIRGENS-NETO J, SRIVASTAVA NK, PETTA RA, ARTMANN LA, MORAES JFS, MENDES L AND SILVEIRA SRM. Arquipélago de São Pedro e São Paulo - Soerguimento tectônico de rochas infracrustais no Oceano Atlântico. 2005. In: WINGE M, SCHOBBENHAUS C, BERBERT-BORN M, QUEIROZ ET, CAMPOS DA, SOUZA CRG AND FERNANDES ACS. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Available from: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio002/sitio002.pdf>. Accessed 30 October 2012.

COMPAGNO LJV. 1984. FAO species catalogue. Sharks of the world: An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Fish. Synop. 4: 125.

COMPAGNO LJV. 2002. Carcharhinidae. In: CARPENTER, K. E (Ed.). The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Volume 1, Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid Fishes, and Chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication n. 5, p. 1-486.

HAMMERSCHLAG N, GALLAGHER AJ AND LAZARRE DM. 2011. A review of shark satellite tagging studies. J Exp Mar Biol Ecol 398: 1-8.

HAYS GC, BRADSHAW CJA, JAMES MC, LOVELL P AND SIMS DW. 2007. Why do Argos satellite tags deployed on marine animals stop transmitting? J Exp Mar Biol Ecol 349: 52-60.

HAYES CG, JIAO Y AND CORTES E. 2009. Stock assessment of scalloped hammerheads in the western North Atlantic Ocean and Gulf of Mexico. N Am J Fish Manag 29: 1406–1417.

HEARN A, KETCHUM J, KLIMLEY AP, ESPINOZA E AND PEÑAHERRERA C. 2010. Hotspots within hotspots? Hammerhead shark movements around Wolf Island. Galapagos Marine Reserve. Mar Biol 157: 1899–1915.

HOLTS DB AND BEDFORD DW. 1993. Horizontal and vertical movements of the shortfin mako shark, Isurus oxyrinchus, in the southern California Bight. Aust J Mar Freshwater Res 44: 901–909

ICCAT. 2010. Recommendation by ICCAT on hammerhead sharks (family *Sphyrnidae*) caught in association with fisheries managed by ICCAT (Rec. 10-08). Available from: <http://www.ccsbt.org/userfiles/file/other_rfmo_measures/iccat/ICCAT_2010-08.pdf> Accessed 20 September 2012.

JORGENSEN SJ, KLIMLEY AP AND MUHLIA-MELO AF. 2009. Scalloped hammerhead shark *Spyrna lewini*, utilizes deep-water, hypoxic zone in the Gulf of California. J Fish Biol 74: 1682–1687.

JORGENSEN C. et al. 2012. Conservation physiology of marine fishes: advancing the predictive capacity of models. Biol Lett 367: 1746-56.

KERSTETTER DW, POLOVINA JJ AND GRAVES JE. 2004. Evidence of shark predation and scavenging on fishes equipped with pop-up satellite archival tags. Fish Bull 102: 750–756.

KLIMLEY AP. 1993. Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance, temperature, bathymetry, and geomagnetic field. Mar Biol 117: 1-22.

KLIMLEY AP, BEAVERS SC, CURTIS TH AND JORGENSEN SJ. 2002. Movements and swimming behavior of three species of sharks in La Jolla Canyon, California. Environ Biol Fishes 63: 117–135.

KLIMLEY AP AND BUTLER SB. 1988. 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 Ser 49: 11-20.

KLIMLEY AP AND NELSON DR. 1984. Diel movement patterns of the scalloped hammerhead shark (*Spyrna lewini*) in relation to EL Bajo Espiritu Santo: a refuging central-position social system. Behav Ecol Sociobiol 15: 45-54.

KLIMLEY AP, BUTLER SB, NELSON DR AND STULL AT. 1988. Diel movement of scalloped hammerhead shark *Spyrna lewini* Griffith and Smith, to and from a seamount in the Gulf of California. J Fish Biol 33: 751-761.

LESSA RP, MAFALDA JR P, ADVÍNCULA R, LUCCHESI R, BEZERRA JR. J, VASKE-Jr T AND HELLEBRANDT D. 1999. Distribution and abundance of ichtryoneuston at seamounts and islands off North-Eastern Brazil. Arch Fish Mar Res 47: 239-252.

MABESSOONE JM AND COUTINHO PN. 1970. Littoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil. Trabalhos oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco, 12: 1-214.

MACENA BCL. Estudo da sazonalidade, distribuição, abundância e comportamento migratório do tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. 109 p, 2010. Dissertação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

MADER A, SANDER, M, CASA JR. GE, ALTENHOFEN RJ AND ANJO CS. 2007. Evidências de sobrepesca do tubarão martelo (*Sphyrna* spp.) no rio grande do sul, Brasil. Biodivers pampeana 5: 3-5.

MENDONÇA SA. Abundância relativa, sazonalidade e comportamento de *Mobula tarapacana* (philippi, 1892) (chondrichthyes: mobulidae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo Brasil. 63 p, 2011. Dissertação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MEYER CG, PAPASTAMATIOU YP AND HOLLAND KN. 2010. A multiple instrument approach to quantifying the movement patterns and habitat use of tiger (*Galeocerdo cuvier*) and Galapagos sharks (*Carcharhinus galapagensis*) at French Frigate Shoals, Hawaii. Mar Biol 157: 1857–1868.

MORATO T, HOYLE SD, ALLAIN V AND NICOL S. 2010. Seamounts are hotspots of pelagic biodiversity in the open ocean. PNAS 107: 9707–9711.

MOTTA FS, GADIG OB, NAMORA RC AND BRAGA FMS. 2005. Size and sex compositions, length-weight relationship, and occurrence of the Brazilian sharpnose shark *Rhizoprionodon lalandii*, caught by artisanal fishery from southeastern Brazil. Fish Res 74: 116–126.

MUSYL MK, DOMEIER ML, NASBY-LUCAS N, BRILL RW, MCNAUGHTON LM, SWIMMER JY, LUTCAVAGE MS, WILSON SG, GALUARDI B AND LIDDLE JB. 2011. Performance of pop-up satellite archival tags. Mar Ecol Prog Ser 433: 1–28.

PINHEIRO P, HAZIN F, TRAVASSOS P, OLIVEIRA P, CARVALHO F AND RÊGO M. 2011. The reproductive biology of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) caught in the São Pedro and São Paulo Archipelago. Braz J Biol 71: 99-106.

QUEIROZ N, HUMPHRIES NE, NOBLE LR, SANTOS AM AND SIMS DW. 2012. Spatial Dynamics and Expanded Vertical Niche of Blue Sharks in Oceanographic Fronts Reveal Habitat Targets for Conservation. PLoS ONE 7: e32374.

SIMS DW, SOUTHALL EJ, TARLING GA AND METCALFE JD. 2005. Habitat specific normal and reserve diel vertical migration in the plankton-feeding basking shark. J Anim Ecol 74: 755–761.

SKOMAL GB, ZEEMAN SI, CHISHOLM JH, SUMMERS EL, WALSH HJ, MCMAHON KW AND THORROLD SR. 2009. Transequatorial Migrations by Basking Sharks in the Western Atlantic Ocean. Curr Biol doi:10.1016/j.cub.2009.04.019.

SMALE MJ AND CLIFF G. 1998. Cephalopods in the diets of four shark species (*Galeocerdo cuvier, Sphyrna lewini, Sphyrna zygaena,* and *S. mokarran*) from Kwazulu-Natal, South Africa. S Afr J mar Sci 20: 241-253.

STEVENS JD, BONFIL R, DULVY NK AND WALKER PA. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. ICES J Mar Scie 57: 476–494.

THUMS M, MEEKAN M, STEVENS J, WILSON S AND POLOVINA J. 2012. Evidence for behavioural thermoregulation by the world's largest fish. J R Soc Interface http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2012.0477.

TRAVASSOS P, HAZIN F, ZAGAGLIA J, ADVÍNCULA R AND SCHOBER J. 1999. Thermohaline structure around seamounts and island off North- Eastern Brazil. Arch Fish Mar Res 47: 211-222.

VASKE Jr. T, LESSA R, NÓBREGA M, MONTEALEGRE-QUIJANO S, MARCANTE-SANTANA F AND BEZERRA Jr. J. 2005. A checklist of fishes from Saint Peter and Saint Paul Archipelago. J Appl Ichthyol 21: 75-79.

VASKE Jr. T, VOOREN CM AND LESSA RP. 2009. Feeding strategy of the Night Shark (Carcharhinus Signatus) and Scalloped Hammerhead Shark (*Sphyrna Lewini*) near seamounts off northeastern Brazil. Braz J Oceanogr 57: 97-104.

WENG K AND BLOCK B. 2004. Diel vertical migration of the bigeye thresher shark (*Alopias superciliosus*), a species possessing orbital retia mirabilia. Fish Bull 102: 221–229.

WENG KC, BOUSTANY AM, PYLE P, ANDERSON SD, BROWN A AND BLOCK B. 2007. Migration and habitat of white sharks (*Carcharodon carcharias*) in the eastern Pacific Ocean. Mar Biol 152: 877–894.

WHITE M, BASHMACHNIKOV I, ARÍSTEGUI J AND MARTINS A. 2007. Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation, eds Pitcher TJ, et al. Blackwell Science, Oxford, UK , p. 65–87.

WORM B, LOTZE HK AND MYERS RA. 2003. Predator diversity hotspots in the blue ocean. PNAS 100: 9884-9888.

ZEEBERG J, CORTEN A AND GRAAF E. 2006. Bycatch and release of pelagic megafauna in industrial trawler fisheries off Northwest Africa. Fish Resea 78: 186–195.

4. 2- Normas da Revista [Anais da Academia Brasileira de Ciências]

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- Objetivo e política editorial
- Preparação de originais

ISSN 0001-3765 *versião impressa*
ISSN 1678-2690 *versão online*

Objetivo e política editorial

A revista **ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS** encoraja fortemente as submissões online. Uma vez o artigo preparado de acordo com as instruções abaixo, visite o site de submissão online (http://aabc.abc.org.br).

As instruções devem ser lidas cuidadosamente e seguidas integralmente. Desta forma, a avaliação e publicação de seu artigo poderão ser feitas com mais eficiência e rapidez. Os editores reservam-se o direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

OBJETIVO E POLÍTICA EDITORIAL

Todos os artigos submetidos devem conter pesquisa original e ainda não publicada ou submetida para publicação. O primeiro critério para aceitação é a qualidade científica. O uso excessivo de abreviaturas ou jargões deve ser evitado, e os artigos devem ser compreensíveis para uma audiência tão vasta quanto possível. Atenção especial deve ser dada ao Abstract, Introdução e Discussão, que devem nitidamente chamar a atenção para a novidade e importância dos dados relatados. A não observância desta recomendação poderá resultar em demora na publicação ou na recusa do artigo.Os textos podem ser publicados como uma revisão, um artigo ou como uma breve comunicação. A revista é trimestral, sendo publicada nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

TIPOS DE TRABALHOS

Revisões. Revisões são publicadas somente a convite. Entretanto, uma revisão pode ser submetida na forma de breve carta ao Editor a qualquer tempo. A carta deve informar os tópicos e autores da revisão proposta e declarar a razão do interesse particular do assunto para a área.

Artigos. Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (escrito em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5.

Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos quando necessário; 8. Resumo e palavras-chave (em português - os autores estrangeiros receberão assistência); 9. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem observar seu formato usual. Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte (4) e reunir as partes (5) e (6). Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais.

Breves comunicações

Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitos nas provas.
Os autores devem enviar seus artigos somente em versão eletrônica.

PREPARO DOS ARTIGOS

Os artigos devem ser preparados em espaço duplo. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos.

Tamanho dos artigos. Embora os artigos possam ter o tamanho necessário para a apresentação concisa e discussão dos dados, artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto quando na sua facilidade de leitura.

Tabelas e ilustrações. Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas (máximo de figuras gratuitas: cinco figuras). A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

Figuras digitalizadas. As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em

.RTF ou em WORD para Windows.

Página de rosto. A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6 palavras, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (até 50 letras); 6. Seção da Academia na qual se enquadra o artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números de fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência e prova do artigo.

Agradecimentos. Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Abreviaturas. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas indexadas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, podem ser citados no texto como (Smith et al. unpublished data) e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras.

As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais. Se houver mais de 10 autores, use o primeiro seguido de et al. As referências devem ter o nome do artigo. Os nomes das revistas devem ser abreviados. Para as abreviações corretas, consultar a listagem de base de dados na qual a revista é indexada ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos

são considerados como guia geral para as referências.

Artigos

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the áreas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. Adv Pain Res Ther 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. An Acad Bras Cienc 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. Biochem J 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus Theriosynoecum Branson, 1936 and validity of related Genera. An Acad Bras Cienc 56: 207-215.

Livros e Capítulos de Livros

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia Proceedings …., Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Outras Publicações

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 55 p. Preprint n. 600.

Todo o conteúdo do periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons

R. Anfilofio de Carvalho, 29, 3º and.
20030-060 Rio de Janeiro RJ Brasil
Tel: +55 21 3907-8100
Fax: +55 21 3907-8101

ANEXO

Figura 11: Primeiro tubarão martelo (TM 1) marcado com transmissor PSAT em outubro de 2010 no arquipélago de São Pedro e São Paulo. Imagem: Bruno Macena.

Figura 12: Segundo tubarão martelo (TM 2) marcado com transmissor PSAT em outubro de 2010 no arquipélago de São Pedro e São Paulo. Imagem: Bruno Macena.

Figura 13: Terceiro tubarão martelo (TM 3) marcado com transmissor PSAT em março de 2012 no ASPSP. Imagem: Natalia Bezerra.

Figura 14: Procedimento de captura do TM 3 na porção leste do ASPSP com o uso da linha de espera. Imagem: Fernanda Lana.

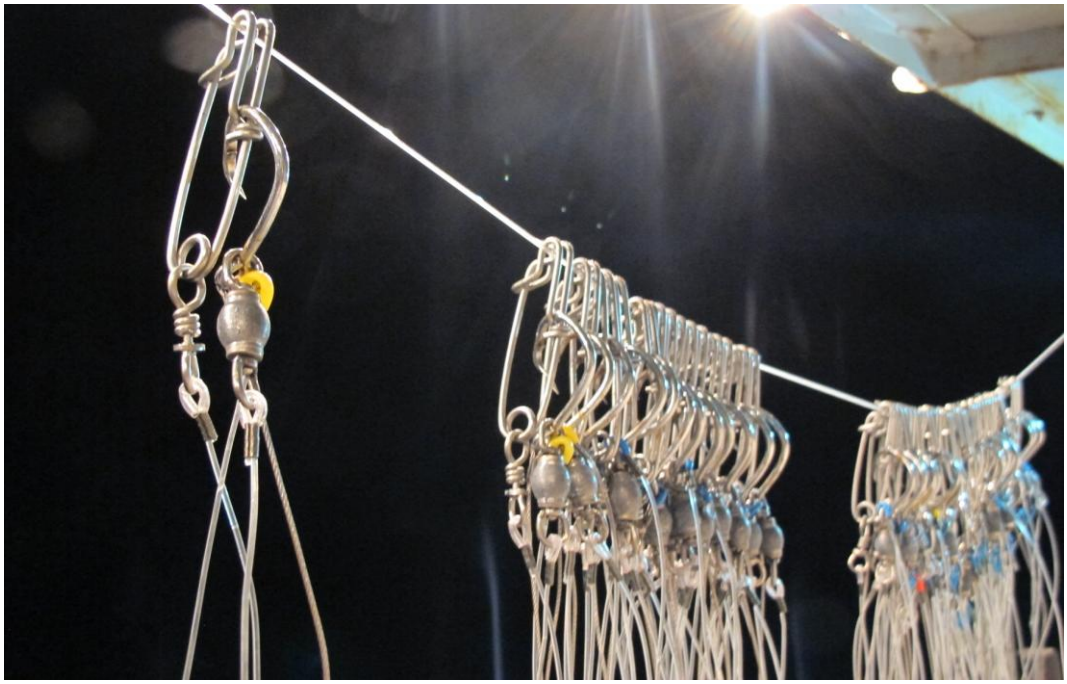

Figura 15: Aparelho de pesca, linha de espera, constituída por um cabo principal de monofilamento (300 mm) com dezesseis linhas secundárias (200 mm) finalizadas com anzóis circulares (nº 16 e 17), utilizada para a captura do TM 3. Imagem: Natalia Bezerra.

Figura 16: Iscas (Peixe prego à esquerda e lula na direita) utilizadas na linha de espera para a captura do TM 3 nas adjacências do ASPSP. Imagem: Natalia Bezerra.