

BRUNO CÉSAR LUZ MACENA ROCHA

**ESTUDO DA SAZONALIDADE, DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E
COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO DO TUBARÃO-BALEIA (*Rhincodon typus*
SMITH 1828) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

**RECIFE,
2010**



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

**ESTUDO DA SAZONALIDADE, DISTRIBUIÇÃO, ABUNDÂNCIA E
COMPORTAMENTO MIGRATÓRIO DO TUBARÃO-BALEIA (*Rhincodon typus*
SMITH 1828) NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

Bruno César Luz Macena Rocha

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. Área de Concentração: Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Prof.(a) Dr.(a) Fábio Hissa Vieira Hazin
Orientador

Recife,
Junho/2010

Ficha catalográfica

R672e Macena, Bruno César Luz
Estudo da sazonalidade, distribuição, abundância e comportamento migratório do tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith, 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo / Bruno César Luz Macena. – 2010.
109 f. : il.

Orientador: Fábio Hissa Vieira Hazin
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento e Pesca e Aqüicultura, Recife, 2010.
Inclui referências e apêndice.

1. Telemetria via satélite 2. Foto-identificação 3. Migração
4. Atlântico equatorial 5. Estrutura populacional I. Hazin, Fábio Hissa Vieira, orientador II. Título

CDD 639

Àqueles que buscam seus sonhos...todos os sacrifícios
irão valer a pena no fim das contas.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura e ao Laboratório de Oceanografia Pesqueira pela realização do estudo.

À Fundação Boticário de Proteção à Natureza, Save Our Seas Foundation e CNPq pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do estudo com marcação eletrônica.

À SECIRM/Marinha do Brasil por dar a oportunidade de trabalhar no ASPSP, um dos lugares mais incríveis do mundo!

Ao CNPq, SEAP e CAPES pelas bolsas concedidas em diferentes momentos ao longo do curso.

À minha mãe Terezinha Luz e meu pai Fernando Macena por sempre acreditarem em mim e me dar condições de continuar estudando nos momentos em que estive sem bolsa.

A toda minha família (irmãos, tios, tias e primos) e amigos que sempre me apoiaram e incentivaram desde quando decidi seguir a carreira de pesquisador, em especial à minha avó Marina Luz.

À minha namorada Natalia Bezerra por todo apoio e incentivo durante todo o período entre as expedições e preparação desta dissertação.

Ao prof^o. Dr. Fábio Hazin por todo o conhecimento ao longo de tantos anos e pela amizade e oportunidade de poder estudar tubarões e raias, em particular o tubarão-baleia - uma das mais magníficas criaturas da Terra.

Ao prof^o. Dr. Paulinho Oliveira por ter acreditado em mim desde o início do Projeto Tubarão Baleia quando me passou a responsabilidade de conduzir o estudo, ainda na graduação, em 2004.

A todos os companheiros do LOP/LATEP pelo conhecimento compartilhado e pelas muitas horas de boa conversa e bons momentos.

Aos meus amigos que sempre me incentivaram e acreditaram em mim. Não citarei nomes, pois poderia excluir alguém injustamente.

Ao "gajo" André Portuga pelas muitas e longas discussões "boêmio-científicas" e pela ajuda com a geolocalização e aos batóideos do DIMAR Rodrigo Panda e Jones pela amizade, apoio e discussões científicas.

Aos funcionários que fazem parte do Departamento de Pesca e Aquicultura e Ana Katarina, do COMUT, pelo empenho nas buscas pelos artigos solicitados por mim.

Aos os tripulantes que compõem e já compuseram as equipes dos barcos de apoio do Programa Arquipélago e dos barcos de pesca que atuam no ASPSP pela hospitalidade, atenção e colaboração na coleta dos dados - sem eles seria muito difícil realizar este estudo.

E, por fim, aos companheiros de expedição pela ajuda em campo e bons momentos no "inóspito" ASPSP.

“Um homem precisa viajar. Por sua conta, não por meio de histórias, imagens, livros ou TV. Precisa viajar por si, com seus olhos e pés, para entender o que é seu. Para um dia plantar as suas próprias árvores e dar-lhes valor. Conhecer o frio para desfrutar o calor. E o oposto. Sentir a distância e o desabrigo para estar bem sob o próprio teto. Um homem precisa viajar para lugares que não conhece para quebrar essa arrogância que nos faz ver o mundo como o imaginamos, e não simplesmente como é ou pode ser. Que nos faz professores e doutores do que não vimos, quando deveríamos ser alunos, e simplesmente ir ver”

Amyr Klink

Resumo

No Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), localizado na dorsal meso-Atlântica, próximo à linha do Equador, foram analisados aspectos da população do tubarão-baleia por meio de observação *in situ*. Informações sobre a distribuição e sazonalidade de ocorrência, diferentes comportamentos foram coletados e, quando possível, os espécimes foram fotografados para posterior individualização. Para elucidação do deslocamento do tubarão-baleia, a partir do ASPSP, foram utilizados dois modelos de transmissores via satélite, o SAT (*Satellite Argos-linked tag*) e o PSAT (*Pop up satellite archival transmitting tag*) em um macho (TB-01) e uma fêmea (TB-02) de 4,8 e 8,5 m, respectivamente. Os tubarões-baleia visitam o arquipélago durante o ano inteiro, entretanto, o primeiro semestre possui uma frequência mais elevada, principalmente nos meses de fevereiro, março e junho. A média anual de registros foi $10,8 \text{ ano}^{-1}$ entre 2000 e 2009. Os comprimentos variaram entre 1,8 e 14,0 m com média \pm d.p. igual a $7,4 \pm 2,4$ m, com a maior parte (62,9%) dos tubarões-baleia com comprimento abaixo do tamanho estimado para primeira maturação. Os dados dos transmissores recebidos pelo Sistema Argos de satélites indicaram que os tubarões se afastaram do ASPSP, logo após a marcação, em direção oeste. Ambos os tubarões permaneceram a maior parte do tempo na superfície e o TB-02 realizou mergulhos batipelágicos alcançando a profundidade máxima de 1.976 m. Esta foi a primeira iniciativa para se compreender aspectos populacionais e comportamentais, bem como da movimentação de tubarões-baleia no Brasil e no Atlântico Equatorial a partir do ASPSP e terá continuidade na expectativa de construir de estratégias espaciais de conservação.

Palavras-chave: telemetria via satélite, foto-identificação, Atlântico Equatorial, migração, estrutura populacional.

Abstract

In Saint Peter and Saint Paul archipelago (SPSPA), located at mid-Atlantic ridge, near to Equator line, population aspects of whale sharks was analyzed through *in situ* observation on distribution, seasonality, different behavior, and photo-identification. The movements of whale sharks was tracked using two models of satellite tag: SAT (Satellite Argos-linked transmitter) and PSAT (Pop up satellite archival transmitting tag) in one male (TB-01; 4.8 m) and one female (TB-02; 8.5 m), respectively. Whale shark occur in SPSP adjacencies year-round, although, are more abundant in the first semester, mainly, in February, March, and June. The annual record mean was 10.8 year^{-1} between 2000 and 2009. The size ranges from 1.8 to 14.0 m with $\text{mean} \pm \text{s.d.}$ equal to 7.4 ± 2.4 m and the majority (62.9%) of whale sharks smaller than 9.0 m, under the estimated size at first maturation. Data received from Argos Satellite system indicate that the whale shark swam away from archipelago heading west. Both sharks spent the major of the time at surface, and the TB-02 dove into bathypelagic zone, attaining the maximum depth of 1,976 m. This was the first initiative to understand behavioral and population dynamics aspects of the whale sharks as well as the movement in Brazil and Equatorial Atlantic from SPSPA and will continue in the hope of building better conservation strategies.

Key words: satellite telemetry, photo-identification, Equatorial Atlantic, migration, population structure.

Lista de figuras

Página

Figura 1- Tubarão-baleia, <i>Rhincodon typus</i> , macho de 480 cm fotografado nas proximidades do ASPSP. Foto: Bruno Macena.....	17
Figura 2- Distribuição mundial do tubarão-baleia, <i>R. typus</i> . Fonte: COMPAGNO, 2001.	19
Figura 3- Distribuição dos registros de tubarão-baleia, <i>Rhincodon typus</i> , ao longo da costa brasileira. AR- Atol das Rocas; FN- Fernando de Noronha; ASPSP- Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (Fonte: AMORIM et al, 1998; SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000; SOTO, 2001; BERTONCINI e SAMPAIO, 2002; FERREIRA e AMORIM, 2002; CAMPOS et al., 2005a; HAZIN et al., 2008; GADIG e ROSA, 2008; FARIA et al., 2009; B. MACENA, obs. pessoal).....	20
Figura 4- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e das bóias de amarração das embarcações/ pontos de avistagem (B1 a B3).	29
Figura 5- Fotografia aérea do ASPSP. O círculo vermelho indica a Estação Científica. Foto: PRO-ARQUIPÉLAGO/ SECIRM- Marinha do Brasil.....	31
Figura 6- Tubarão-baleia macho de 480 cm, medido com trena, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Foto: Rafaela Ribeiro.	34
Figura 7- Transmissor PSAT modelo MK-10, Wildlife computers, utilizado para marcação do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Foto: Bruno Macena.....	36
Figura 8- Transmissor PSAT (círculo) afixado na base da nadadeira dorsal do tubarão-baleia.Foto: Bruno Macena.....	37
Figura 9- (a) Lança (<i>pole</i>) telescópico, (b) aplicador, (c) ponteiras e (d) adaptador do aplicador utilizado para marcar o tubarão-baleia. Foto: Bruno Macena.....	38
Figura 10- Transmissor SPLASH utilizado para marcação do tubarão-baleia no ASPSP. Foto: Bruno Macena.	38
Figura 11- Equipamentos utilizados para marcação do tubarão-baleia TB-01: arbalète impulsionado por borracha (a), aplicadores (b) e ponteiras (c) em aço inoxidável. Foto: Bruno Macena.	39
Figura 12- Tubarão-baleia marcado com transmissor SPLASH (círculo). Foto: Bruno Macena.....	40
Figura 13- Cinco possíveis rotas estimadas pelo algoritmo de Teo et al. (2004) para o deslocamento do TB-02, a partir do ASPSP. (A- mostarda; B- vermelho; C- verde; D- azul; E- roxo).	48

Artigo Científico I

- Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (canto inferior esquerdo) e distribuição das ocorrências (+) nas bóias B1, B2 e B3 situadas a oeste, sul e leste, respectivamente. A linha pontilhada representa divisão de área determinada para cada bóia..... 73
- Figura 2-Distribuição de frequência de comprimento de tubarões-baleia avistados no ASPSP (n= 108) entre 2000 e 2009..... 732
- Figura 3- Distribuição mensal dos comprimentos do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009..... 72
- Figura 4- Distribuição mensal de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009..... 72
- Figura 5-Distribuição anual de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n= 108) entre 2000 e 2009 75
- Figura 6- Distribuição trimestral das expedições realizadas ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo e número de ocorrências de tubarão-baleia entre 2000 e 2009 (n=108)..... 73

Artigo Científico II

- Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. B1 a B3 indicam os pontos de observação de tubarão-baleia. Estrela e a cruz representam os locais de marcação do TB-01 e TB-02, respectivamente. 91
- Figura 2- Deslocamento do TB-01, a partir do ASPSP. Composite da corrente geostrófica e batimetria.....90
- Figura 3-. - Percentagem de tempo por profundidade para intervalos de (a) 0-100 m, (b) 0-500 m e (c) por temperatura (□ dia; ■ noite) para o TB-01..... 92
- Figura 4- Fêmea de tubarão-baleia (TB- 02), com 850 cm CT, marcada com um transmissor PSAT (seta), nas imediações do ASPSP. A região pélvica dilatada indica a possibilidade da mesma se encontrar em estágio avançado de prenhez.....91
- Figura 5- Percentagem de tempo por intervalos profundidade de (a) 0-100 m e (b) 0>1000 m e (c) temperatura do tubarão-baleia TB-02 (□ dia; ■ noite), marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo..... 93
- Figura 6- Perfil de temperatura por profundidade, obtido por meio da leitura dos dados do transmissor do tubarão-baleia TB-02, marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo no final de junho 2009. Área sombreada representa a termoclina. Os limites de profundidade e temperatura superior e inferior na termoclina foram 50 e 100 m e 26,3-14,5 °C, respectivamente92

Figura 7- Deslocamento do TB-02, a partir do ASPSP. Composite da TSM, corrente geostrófica e batimetria. A- início do monitoramento e B- local de pop-off (desprendimento)..	95
--	----

Lista de tabelas

	Página
Tabela I- Classificação do erro estimado calculado pela Argos (Modificado de ARGOS, 2008).....	43
Tabela II- Parâmetros fornecidos ao algoritmo desenvolvido por Teo et al. (2004), utilizados para estimação da provável rota (A, B, C, D, E) percorrida pelo TB-02, a partir do ASPSP.....	46

Artigo Científico I

Tabela I- Sumário estatístico das leituras de profundidade (m) e temperatura (°C) para o dia, para a noite e para o dia e noite juntos do tubarão-baleia TB-02, marcado no ASPSP, no dia 19 de junho de 2009.	74
--	----

Artigo Científico II

Tabela I- Distribuição mensal dos comprimentos (em m) totais (CT), mínimo, máximo, não determinado (n.d.) e médio, desvio padrão e número de observações (N) dos tubarões-baleia observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, entre 2000 e 2009.....	93
---	----

Sumário

Página

Resumo	viii
Abstract.....	ix
Lista de figuras	x
Lista de tabelas	xii
1. Introdução	14
2. Revisão de Literatura	16
3. Material e Métodos	28
3.1. Área de estudo	28
3.2. Localização dos tubarões-baleia	32
3.3. Registros de ocorrência, comportamento e foto-identificação	33
3.4. Índice de abundância relativa	34
3.5. Transmissor PSAT (Pop-up satellite archival transmitting tag).....	35
3.6. Transmissor SAT (Satellite-linked transmitter tag).....	37
3.7. Processamento dos dados dos transmissores via satélite.....	40
3.7.1. Transmissor PSAT	40
3.7.2. Transmissor SAT	43
3.8. Análise dos dados de temperatura, profundidade e estimativa da velocidade de natação.	45
3.9. Refinamento da latitude do transmissor via satélite PSAT	46
4. Referências Bibliográficas	49
5. Artigos Científicos	62
5.1. Artigo científico I - Sazonalidade, abundância e aspectos da estrutura populacional do tubarão-baleia, <i>Rhincodon typus</i>, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.	62
5.2. Artigo científico II - Movimentação de tubarões-baleia, <i>Rhincodon typus</i>, monitorados por satélite, no Atlântico Equatorial.	78
5.3. Normas da Revista [Brazilian Journal of Biology]	97
6. Considerações Finais	103
7. Anexos	104
7.1. Anexo I- Formulário de avistagem.....	104
7.2. Anexo II- Script utilizado para refinamento da geolocalização.	106

1. Introdução

O tubarão-baleia é um elasmobrânquio da ordem Orectolobiformes pertencente à família Rhincodontidae e a maior espécie de peixe em existência no planeta, apresentando uma distribuição circunglobal, em regiões tropicais e subtropicais dos oceanos do mundo. De comportamento altamente migratório, é capaz de atravessar longas distâncias e de cruzar bacias oceânicas inteiras, razão pela qual o estudo de sua etologia e dinâmica populacional se torna particularmente difícil e logisticamente complexo.

Apesar do seu grande tamanho, curiosamente, o primeiro exemplar de tubarão-baleia só foi descrito em 1828, havendo até 1986, apenas 320 registros de sua ocorrência na literatura científica, no mundo inteiro (WOLFSON, 1986). No Brasil, os registros de tubarão-baleia são raros, no entanto, as avistagens da espécie em áreas oceânicas têm se tornado cada vez mais frequentes nas proximidades de plataformas de petróleo. Presente em toda região costeira e oceânica do Brasil (SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000), o tubarão-baleia apresenta registros de ocorrência nas regiões sudeste, sul, nordeste e em ilhas oceânicas, incluindo o Atol das Rocas, e os Arquipélagos de Fernando de Noronha, Abrolhos e São Pedro e São Paulo (ASPS), sendo este último o local do território brasileiro com a maior abundância da espécie (HAZIN et al, 2008).

A identificação de locais de maior ocorrência e concentração do tubarão-baleia nas duas últimas décadas tem conduzido a avanços importantes na compreensão do seu comportamento, hábito alimentar, reprodução e movimentos migratórios. Por meio de observações *in situ*, por exemplo, foi possível não só descrever o comportamento e a preferência alimentar de espécimes que se agregam para forrageamento em ovócitos de recifes de coral, no Parque Marinho de Ningaloo Reef, no Oeste da Austrália

(TAYLOR, 1994), mas também estimar o tamanho e estrutura da população local por meio de marcação e recaptura, através de foto-identificação (HOLMBERG et al, 2008).

A partir de exemplares capturados por embarcações pesqueiras, tanto incidentalmente como de forma intencional, principalmente em Formosa (Província da China) e alguns países banhados pelo Oceano Índico, onde a espécie era regularmente pescada e comercializada, foi possível se estudar aspectos importantes de sua biologia, como o seu modo de reprodução (JOUNG et al, 1996), idade e crescimento (WINTNER, 2000), apesar das informações disponíveis serem ainda bastante escassas.

Uma ferramenta que vem sendo cada vez mais utilizada por pesquisadores do mundo inteiro para expandir os conhecimentos sobre a biologia de diferentes animais (mamíferos terrestres ou marinhos, aves e peixes), de forma não-letal, aspecto particularmente relevante no caso de espécies que como o tubarão-baleia apresentam uma elevada vulnerabilidade decorrente de suas características biológicas peculiares, tem sido a telemetria via-satélite. Os transmissores via-satélite utilizados foram desenvolvidos para elucidar o comportamento e a fisiologia, além de permitir rastrear movimentos em pequena e larga escala de animais que, de outra forma, não permitem uma observação contínua, como no caso dos organismos marinhos que são particularmente mais difíceis de monitorar devido à limitação que o ambiente aquático impõe aos pesquisadores.

O monitoramento eletrônico tem sido assim um forte aliado para a compilação de dados biológicos, acrescentando informações valiosas ao que já se conhece sobre o comportamento de espécies migratórias, particularmente em relação à identificação dos seus movimentos verticais e horizontais. Por meio dessa ferramenta ainda é possível determinar habitats críticos e essenciais (*Essential Fish Habitat- EFH*), os quais incluem as áreas utilizadas por uma dada espécie, nos seus diferentes estágios de vida,

para reprodução, alimentação, repouso ou desenvolvimento. No caso do tubarão-baleia, pesquisas com o auxílio da telemetria eletrônica têm sido realizadas com sucesso em diversas partes do mundo, como Golfo do México (HUETER et al, 2008), Austrália (WILSON et al, 2005), Belize (GRAHAM et al, 2006) e Seicheles (ROWAT e GORE, 2007).

Por ser uma espécie k-estrategista, assim como a maior parte dos elasmobrânquios, apresenta longevidade alta, maturação sexual tardia e crescimento lento, além de possuir baixa abundância e ser altamente migratória, o tubarão-baleia apresenta alta vulnerabilidade a impactos antrópicos, como a sobre-exploração pela pesca, por exemplo. Por esta razão, a espécie encontra-se incluída em listas de espécies ameaçadas de entidades engajadas na conservação da biodiversidade no mundo inteiro (e.g. União Internacional para Conservação da Natureza- IUCN), inclusive no Brasil.

A presente pesquisa representou a primeira iniciativa de estudo do tubarão-baleia no Oceano Atlântico equatorial, permitindo determinar a variação sazonal de sua ocorrência, a estrutura de tamanho e a movimentação (utilizando tecnologia de última geração) dos espécimes observados nas proximidades do ASPSP, informações essenciais para a conservação da espécie. Neste sentido, a posição remota do ASPSP, situado estrategicamente entre os dois hemisférios e os continentes sul-americano e africano, associada ao fato do mesmo se constituir em um dos locais de maior abundância do tubarão-baleia no Oceano Atlântico, faz com que o mesmo seja uma das áreas mais propícias para a pesquisa da espécie, em todo mundo.

2. Revisão de Literatura

O tubarão-baleia, *Rhincodon typus* Smith, 1828 (Fig. 1), é o maior de todos os peixes vivos conhecidos, alcançando até 20 m de comprimento (COMPAGNO, 2001), embora os maiores comprimentos observados sejam, em geral, de até 12 m (COLMAN,

1997). Classificado na ordem Orectolobiformes, que possui a grande maioria dos seus representantes de hábitos bentônicos, diferencia-se principalmente por ser epimesopelágico, ocupando tanto a província nerítica quanto a oceânica, e por alimentar-se através de filtração (COMPAGNO, *loc. cit.*). É uma espécie monotípica, ou seja, não possui morfo-semelhantes, sendo o único representante da família Rhincodontidae e conseqüentemente, do gênero *Rhincodon*.



Figura 1- Tubarão-baleia, *Rhincodon typus*, macho de 480 cm fotografado nas proximidades do ASPSP. Foto: Bruno Macena.

O primeiro tubarão-baleia conhecido pela ciência foi um espécime capturado em *Table Bay*, Cabo da Boa Esperança, África do Sul, em Abril de 1828 (GUDGER, 1913). Desde então, um grande número de informações tem sido publicadas sobre a espécie, a maioria das quais relatando avistagens, capturas e encalhes (BEAN, 1902; GILL, 1902; SMITH, 1925; HERRE, 1932, 1942, entre outros), embora trabalhos importantes, relacionados com a sua distribuição, comportamento, alimentação e reprodução (GILL, 1905; GUDGER, 1934, 1941 a, b, 1952; BIGELOW e SCHROEDER, 1948; BAUGHMAN e SPRINGER, 1950; BAUGHMAN, 1955; REID, 1957; GARRICK, 1964; PAI et al., 1983; HOFFMAN et al., 1981, entre outros), fundamentais para a

compreensão da sua história natural e etologia, tenham sido também reportados. De particular importância foram os trabalhos de Gudger (1915, 1931, 1934, 1939, 1941 a, b, 1953), sobre a biologia da espécie, e de Wolfson, que documentou todos os artigos existentes sobre o tubarão-baleia até 1981, publicando uma bibliografia acerca da espécie (WOLFSON e NOTARBARTOLO DI SCIARA, 1981). Subsequentemente, Wolfson (1986) realizou um levantamento detalhado de todos os registros de ocorrência até o ano de 1985, constatando que somente 320 observações haviam sido citadas em toda a literatura científica até aquele momento. Nas duas últimas décadas, porém, os registros de tubarão-baleia se tornaram muito mais frequentes, com espécimes sendo observados e estudados em diversos locais do mundo (COLMAN, 1997; COMPAGNO, 2001; STEWART e WILSON, 2005).

Apesar do grande esforço por parte dos pesquisadores, a sua história natural e biologia ainda não são adequadamente conhecidas. Sabe-se que a espécie é cosmopolita e que habita os oceanos Atlântico, Índico e Pacífico, nas regiões tropicais e subtropicais (Fig. 2), sendo comumente observada entre 30°N e 35°S (WOLFSON, 1986; COMPAGNO, 2001), com o registro mais setentrional documentado por Turnbull e Randell (2006), na costa leste do Canadá, na Baía de Fundy (44°15'19"N). De comportamento altamente migratório, o tubarão-baleia é capaz de realizar migrações transoceânicas e multi-anuais (ECKERT e STEWART, 2001; WILSON et al., 2006) e de mergulhar em profundidades superiores a 1.250 m (BRUNNSCHWEILLER et al., 2009).

Os registros no Brasil são relativamente raros, com várias citações tendo sido publicadas apenas recentemente, a maioria das quais relativas a espécimes observados na plataforma continental, incluindo animais avistados durante mergulhos (HOSTIM-SILVA et al., 2002; BERTONCINI e SAMPAIO, 2002; CAMPOS et al., 2005a), por

captura incidental (GADIG e ROSA, 2008; FARIA et al., 2009) ou mesmo encalhados (SADOWSKY et al., 1986; ALECRIM-SANTOS et al.,1988; GADIG, 1991; MMA, 1999), além de registros associando a espécie com cardumes de atum e bonito durante atividades de pesca (AMORIM e ARFELLI, 1992; AMORIM et al, 1998; SOTO, 2001a).

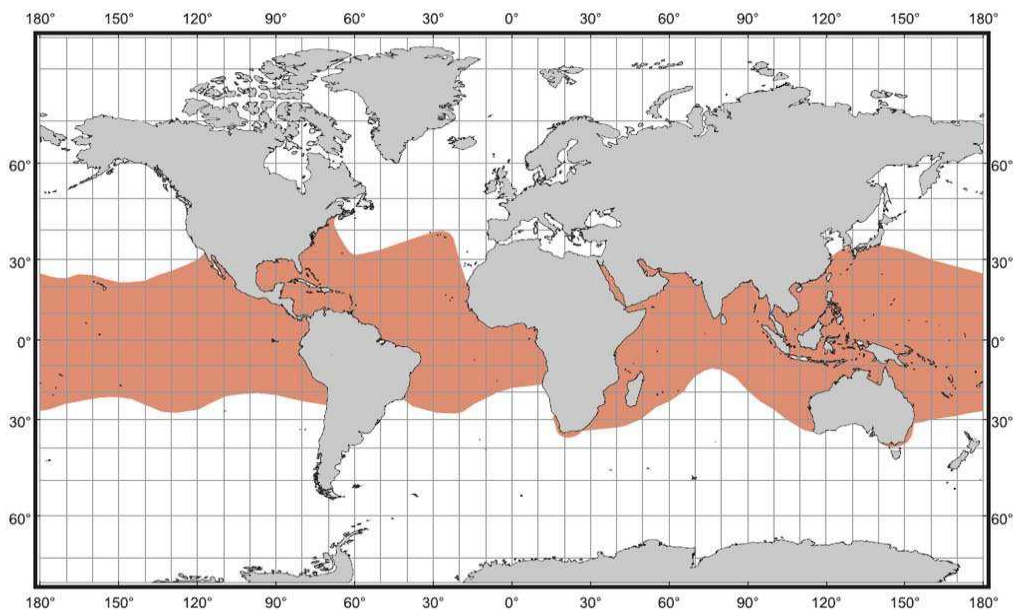


Figura 2- Distribuição mundial do tubarão-baleia, *R. typus*. A faixa vermelha representa a área de ocorrência. Fonte: COMPAGNO, 2001.

A espécie, entretanto, se distribui ao largo de praticamente toda a costa do Brasil, desde a região Nordeste, com ocorrências nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e sul da Bahia, até a região Sul, na costa de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Fig. 3). A região Sudeste possui o maior número de registros, particularmente os estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com poucas ocorrências tendo sido relatadas no Espírito Santo (GADIG, 2001; SOTO, 2001a; GADIG e ROSA, 2008). O registro mais meridional do Brasil ocorreu no Rio Grande do Sul (31°S; SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000). De acordo com Alecrim-Santos et al. (1988) a primeira ocorrência em águas brasileiras aconteceu na Bahia, especificamente em Abrolhos, tendo sido registrada por Gudger (1922, 1923).

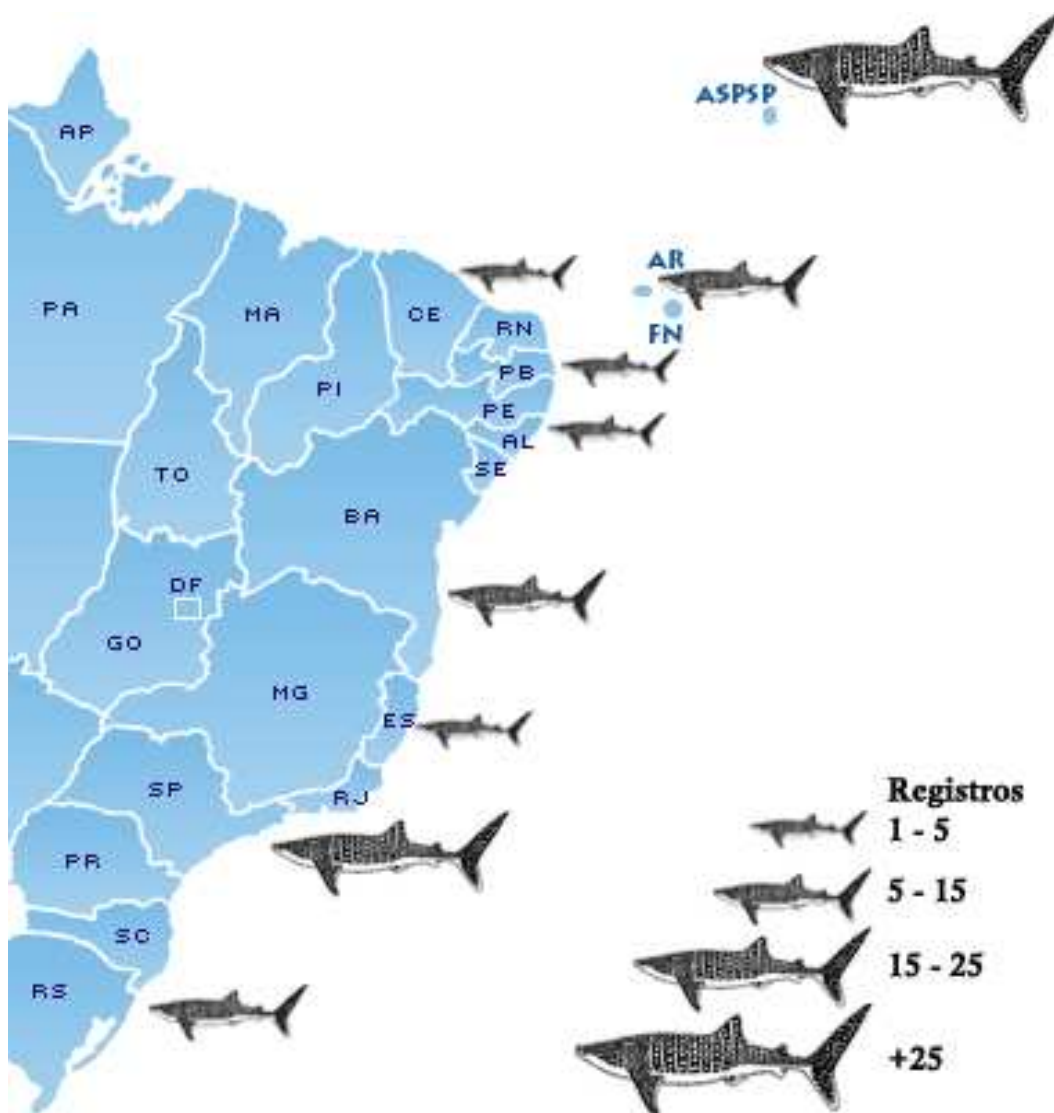


Figura 3- Distribuição dos registros de tubarão-baleia, *Rhincodon typus*, ao longo da costa brasileira. AR- Atol das Rocas; FN- Fernando de Noronha; ASPSP- Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (Fonte: AMORIM et al, 1998; SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000; SOTO, 2001; BERTONCINI e SAMPAIO, 2002; FERREIRA e AMORIM, 2002; CAMPOS et al., 2005a; HAZIN et al., 2008; GADIG e ROSA, 2008; FARIA et al., 2009; B. MACENA, obs. pessoal).

Soto e Nisa-Castro-Neto (2000) compilaram todos os registros de tubarão-baleia em águas brasileiras até o ano de 2000, totalizando apenas 36 ocorrências. Gadig e Rosa, por outro lado, em 2008, contabilizaram 58 registros, sendo a grande maioria na plataforma continental. Além da presença na costa brasileira, o tubarão-baleia tem sido observado, também, em ilhas oceânicas, como o Atol das Rocas (CAMPOS et al., 2005a) e nos Arquipélagos de Fernando de Noronha (SOTO, 2001b; MACHADO e

AGUIAR, 2008), Abrolhos (GUDGER, 1922, 1923; B. MACENA, obs. pessoal) e São Pedro e São Paulo, sendo particularmente abundante neste último com mais de 100 registros de avistagem (HAZIN et al., 2008). Embora ainda não tenha havido registro da ocorrência de tubarão-baleia no Arquipélago de Trindade e Martin Vaz, a sua presença nesse local é muito provável, uma vez que a espécie é altamente migratória e ocorre em áreas próximas como a costa do Espírito Santo (GADIG e ROSA, 2008).

Ocorrências do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) têm sido relatadas por diversos autores (LUBBOCK e EDWARDS, 1981; OLIVEIRA et al., 1997; RANGEL, 1998; SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000; FEITOZA et al., 2003; VASKE-Jr et al., 2005a) e dois anos após o início das atividades de pesquisas científicas, no ano de 1998, a presença da espécie vem sendo monitorada, possibilitando o desenvolvimento de um estudo de longo prazo (MACENA et al., 2004, 2006, 2007, 2008 a, b, 2010; VASKE-Jr et al., 2005b; HAZIN et al., 2008; presente estudo). Salvo por Hazin et al. (2008), que descreveram aspectos da distribuição e composição da população de tubarões-baleia que frequentam o ASPSP, existem poucas informações biológicas disponíveis em trabalhos brasileiros, com a quase totalidade dos mesmos se tratando apenas do registro de avistagem, encalhe ou capturas incidentais (SOTO e NISA-CASTRO-NETO, 2000; SOTO, 2001a).

O tubarão-baleia é uma das três espécies de tubarão filtradoras, juntamente com os tubarões-peregrino (*Cetorhinus maximus* Gunnerus, 1765) e megaboca (*Megachasma pelagios* Taylor, Compagno & Struhsaker, 1983), no entanto, é o único que não necessita estar em constante movimento para realizar a filtração, uma vez que possui um mecanismo versátil de sucção que permite puxar a água para sua boca com uma velocidade maior do que a alcançada pelos outros tubarões filtradores, possibilitando, desta forma, uma maior captura de agregações de presas nectônicas e zooplancônicas

(TAYLOR et al., 1983). Tal mecanismo resulta na filtração de um menor volume de água fazendo com que o mesmo seja menos eficiente em uma concentração difusa de zooplâncton (TAYLOR et al., *loc. cit.*).

Estudos sobre o tubarão-baleia sugerem que seus movimentos estão fortemente relacionados com fenômenos oceanográficos e atmosféricos (KUMARI e RAMAN, 2010; SLEEMAN et al., 2010; CÁRDENAS-PALOMO et al., 2010), como temperatura (IWASAKI, 1970; DUFFY, 2002), relevo submarino (ECKERT e STEWART, 2001; HSU et al., 2007) e direção da corrente geostrófica (ROWAT e GORE, 2007), assim como regiões de encontro entre correntes marinhas (TAYLOR e PEARCE, 1999; ECKERT e STEWART, *loc. cit.*), onde são propícias as condições para a intensificação da produtividade primária. Locais em que se observam agregações importantes de tubarão-baleia para alimentação apresentam em geral alta produtividade de organismos planctônicos, tais como *blooms* de zooplâncton (TAYLOR, 1994, 1996; CLARK e NELSON, 1997; WILSON et al., 2001; NELSON e ECKERT, 2007), de ovócitos de coral (CLARK, 1992; TAYLOR, 1994, 1996; BURKS et al., 2005) e de peixes (HEYMAN et al., 2001). Além dos organismos supracitados, pequenos peixes e lulas (COLMAN, 1997; COMPAGNO, 2001; DUFFY, 2002) também compõem a dieta da espécie.

Ainda não há, entretanto, nenhum estudo que relacione os movimentos migratórios do tubarão-baleia com o seu ciclo reprodutivo, possivelmente, pelo menos em parte, em razão das informações sobre sua reprodução e desenvolvimento serem ainda muito escassas. Taylor (1994), em um dos primeiros estudos sobre o assunto, estimou o tamanho de maturação do tubarão-baleia em 900 cm para machos e fêmeas ou cerca de 30 anos de idade. Recentemente, na Austrália, Norman e Stevens (2007), por meio de uma equação logística ajustada para a percentagem de machos maduros em

cada classe de comprimento, estimaram o tamanho de primeira maturação dos machos (L_{50}) em torno de 800 cm, enquanto que 95% (L_{95}) deles já estavam maduros com 900 cm. Os referidos autores não puderam realizar o mesmo teste com as fêmeas devido ao menor tamanho (entre 400 e 800 cm) e abundância das mesmas durante o período de estudo, além da impossibilidade de determinação da maturidade por simples observação externa. Contudo, o exame de duas fêmeas (790 e 860 cm), na Índia, revelou ovários imaturos em ambos os espécimes (PAI et al., 1983; SATYANARAYANA-RAO, 1986). Beckley et al. (1997), de forma similar, observaram fêmeas imaturas entre 480 e 870 cm na costa da África do Sul. No entanto, em julho de 1995, nos úteros de uma fêmea com 1.060 cm de comprimento, capturada na costa leste de Formosa, foram encontrados cerca de 300 embriões medindo de 42 a 63 cm de comprimento em três diferentes estágios de desenvolvimento (JOUNG et al., 1996). Tal descoberta parece confirmar um modo de desenvolvimento embrionário, na forma ovovivípara ou vivípara lecitotrófica obrigatória, filogeneticamente semelhante ao tubarão-lixia (*Ginglymostoma cirratum* Bonnaterre, 1788; CASTRO, 2000), pertencente à mesma ordem (Orectolobiforme), inclusive quanto aos diferentes estágios de desenvolvimento embrionário em uma gestação concomitante.

Embora haja vários registros de captura de tubarões-baleia desde o início do século passado (GUDGER 1913, 1920, 1923; SMITH, 1925; GUDGER e HOFFMAN, 1930, 1931; entre outros), a espécie não constituía alvo principal de nenhuma atividade pesqueira. Em meados de 1980, contudo, os tubarões-baleia se transformaram em espécie-alvo de algumas pescarias, em função do crescente consumo de suas grandes barbatanas e óleo do fígado, de forma que, em apenas dez anos (entre 1988 e 1998), comunidades pesqueiras da Índia foram responsáveis pela pesca de 1.708 tubarões-baleia, com as barbatanas resultantes de toda essa captura tendo sido destinadas

principalmente ao mercado asiático (PRAVIN, 2000). Chen et al. (1997) reportaram, em Formosa, no ano de 1996, a captura de 272 tubarões-baleia, constatando que a captura anual da espécie se reduziu de 50 para cerca de somente 10 indivíduos em algumas áreas, também em um período de dez anos. A pesca, legal ou ilegal, é frequentemente apontada como o maior fator do declínio populacional do tubarão-baleia (CHEN e PHIPPS, 2002; CITES, 2002; THEBERGE e DEARDEN, 2006; BRADSHAW et al., 2007).

Embora suas nadadeiras e carne tenham um alto valor econômico, países como Austrália, Honduras, Índia e Filipinas, esses dois últimos, inclusive, encontrando-se incluídos entre os que praticavam capturas dirigidas à espécie, encontraram na indústria do turismo e do mergulho (ecoturismo), alternativas eficazes para explorar e, ao mesmo tempo, proteger esses animais. Em vários outros lugares como Belize, Tailândia, México, Tasmânia, Maldivas e África do Sul observam-se iniciativas deste tipo, no âmbito das quais os tubarões-baleia também são pesquisados e protegidos. Geralmente, em locais onde há uma agregação previsível de tubarões-baleia, existe uma indústria de ecoturismo responsável pela geração de milhões de dólares (DAVIS 1997; GRAHAM, 2004; QUIROS, 2005, 2007; RODRIGUEZ-DOWDELL, 2007, NORMAN e CATLIN, 2007; CATLIN e JONES, 2010). Em diversas regiões do mundo esses animais são considerados ameaçados (STEWART e WILSON, 2005), tendo sido classificados como “vulneráveis” na Lista Vermelha para Animais Ameaçados de Extinção da IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) (NORMAN, 2005), além de terem sido incluídos no Apêndice II da CITES (*Convention in International Trade on Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) (CITES, 2002), que regula o comércio internacional de espécies ameaçadas, no ano de 2002. Nesse mesmo ano, o tubarão-baleia foi incluído também na Lista Nacional das Espécies da

Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção com o *status* de vulnerável e a sua captura e comercialização tendo sido proibidas por lei, por meio do anexo I da Instrução Normativa nº 05 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004; GADIG e ROSA, 2008).

Os tubarões e raias, de uma maneira geral, possuem crescimento lento, alta longevidade, maturação sexual tardia e fecundidade reduzida, características típicas de animais que possuem o modo de desenvolvimento *k*-estrategista e que tornam os tubarões, portanto, muito mais vulneráveis à sobre-pesca (STEVENS et al., 2000). Além das características citadas, o tubarão-baleia geralmente é pouco abundante e altamente migratório, adentrando em diferentes jurisdições geopolíticas, aspecto que o torna particularmente vulnerável à sobre-exploração e dificulta sobremaneira a gestão dos seus estoques. Por estas razões a conservação do *R. typus* tem sido motivo de grande preocupação mundialmente (*i.e.* PRADO-GASCA et al., 2005; FISHERIES RESEARCH, v.84, 2007).

Para que se possa iniciar, manter ou aumentar esforços para a conservação de qualquer espécie é necessário compreender adequadamente a sua história de vida. Recentemente, estudos com o tubarão-baleia, por meio de marcação e foto-identificação, tem possibilitado o conhecimento de parâmetros populacionais e biológicos em algumas regiões como a Austrália (MEEKAN et al., 2006; BRADSHAW et al. 2007, 2008; HOLMBERG et al., 2008, 2009), Belize (GRAHAM e ROBERTS, 2007), Tailândia (THEBERGE e DEARDEN, 2006), Seicheles (ROWAT et al., 2009) e Maldivas (RILEY et al., 2010). Além de fazerem uso de marcas convencionais, a maioria destes estudos tem utilizado transmissores eletrônicos capazes de coletar informações sobre as condições ambientais e localização do animal marcado.

A telemetria eletrônica vem sendo amplamente utilizada por pesquisadores do mundo inteiro para expandir, remotamente, de forma rápida e detalhada, os conhecimentos sobre a biologia de diferentes espécies de animais (mamíferos terrestres ou marinhos, aves e peixes) de forma não-letal. Tais transmissores agregam informações valiosas sobre o comportamento do animal, mesmo quando fora do alcance do pesquisador, gerando subsídios essenciais para que se possa desenvolver um manejo mais adequado, particularmente para espécies ameaçadas (GODLEY et al., 2002; MCMAHON e HAYS, 2006; WEARMOUTH e SIMS, 2009). A utilização dessa técnica conhecida como biotelemetria, tem permitido a obtenção de informações sobre preferência de habitat, espaços de atividade circadiana e variações sazonais nos padrões de movimento (NELSON, 1990), além poder ser utilizada na avaliação de estoques e no manejo de populações (NIELSEN et al., 2009), bem como para tratar de questões de mortalidade pós-liberação (GRAVES et al., 2002; KERSTETTER et al., 2003; KERSTETTER e GRAVES, 2008).

A possibilidade de se localizar remotamente e obter dados fisiológicos e comportamentais de animais de vida livre, por meio do uso de técnicas de biotelemetria, tem resultado, assim, em um grande avanço na compreensão acerca da dinâmica de populações de animais selvagens (FANCY et al., 1988). A aplicação da biotelemetria em animais marinhos tem tido um crescimento acentuado desde o seu início, em 1956, expandindo-se principalmente na última década (NIELSEN et al., 2009).

Devido aos primeiros transmissores serem muito pesados, inicialmente a telemetria via-satélite foi útil apenas para espécies de grande porte, como ursos (CRAIGHEAD et al., 1971) e veados (CRAIGHEAD et al., 1972; LENTFER e DEMASTER, 1982). Priede (1984), de forma pioneira, utilizou quatro transmissores via-satélite em tubarões-peregrinos (*C. maximus*), na costa da Escócia, os quais

falharam logo após terem sido afixados aos animais, não tendo sido possível o recebimento dos dados. Nos anos 90, melhoramentos na tecnologia dos transmissores reduziram o peso, o tamanho da bateria e, conseqüentemente, do transmissor, possibilitando o monitoramento via satélite de uma ampla variedade de animais marinhos, incluindo pinípedes (DIETZ et al., 2003), sirênios (LANGTIMM et al., 2006), quelônios (POLOVINA et al., 2004), cetáceos (CHIVERS e SCOTT, 2002; DIETZ et al., 2002), aves (MOSBECH et al., 2006; BOST et al., 2009) e até moluscos (DAVIS et al., 2007). A utilização em peixes também tem sido bastante difundida com vários trabalhos já tendo sido realizados, tanto com teleósteos (BLOCK et al., 1998), como com elasmobrânquios (CAREY e SHAROLD, 1990; BONFIL et al., 2005).

No caso do tubarão-baleia, pesquisas com o auxílio da telemetria eletrônica têm sido realizadas com sucesso em diversas partes do mundo como Honduras, Galápagos e África do Sul (GIFFORD et al., 2007), Golfo da Califórnia (ECKERT e STEWART, 2001), Golfo do México (HUETER et al., 2008), oeste da Austrália (GUNN et al., 1999; WILSON et al., 2006, 2007), sudeste da Ásia (ECKERT et al., 2002), Djibouti (ROWAT et al., 2006), Belize (GRAHAM et al., 2006) e Seicheles (ROWAT e GORE, 2007). Até o momento, nenhum estudo jamais havia sido realizado sobre o tubarão-baleia no Atlântico equatorial. O presente estudo representa, assim, a primeira iniciativa de pesquisa sobre o tubarão-baleia nessa região do Atlântico, a partir do ASPSP, com o intuito de obter informações acerca de sua variação sazonal além de descrever a estrutura da sua população, comportamento e movimentação, aspectos fundamentais para se conhecer melhor a sua história de vida, gerando subsídios essenciais para a sua conservação.

3. Material e Métodos

3.1. Área de estudo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) constitui o ponto mais avançado do território brasileiro no oceano Atlântico Norte, representando o único conjunto de ilhas oceânicas do país nesse hemisfério (Fig. 4). Situado na região equatorial, a cerca de 60 milhas náuticas (mn) ao norte da linha do equador (0°55'02"N, 029°20'42"W), integra a Dorsal Meso- Atlântica, distando cerca de 530 mn de Natal-RN (Brasil) e 985 mn da Guiné-Bissau (África). O ASPSP é o resultado de um afloramento da falha transformante no manto suboceânico, emergindo de profundidades abaixo de 4.000 m (MABESOONE e COUTINHO, 1970).

Constituído por um pequeno grupo de ilhotas e diversas pontas de rochas (Fig. 5), possui uma área total emersa de cerca de 17.000 m², com uma distância entre os pontos extremos de 420 m. Quatro ilhotas (Belmonte, São Pedro, São Paulo e Barão de Teffé), com contornos sinuosos e fortes declives (>80°), compõem uma enseada central, com forma de ferradura (Fig. 4) e dimensões médias de 100 m de comprimento, 50 m de largura, e 8 a 30 m de profundidade (CAMPOS et al., 2005b), cujo fundo é constituído por sedimentos provenientes da atividade biológica e da desagregação das rochas que formam o próprio arquipélago (THOMPSON, 1981).

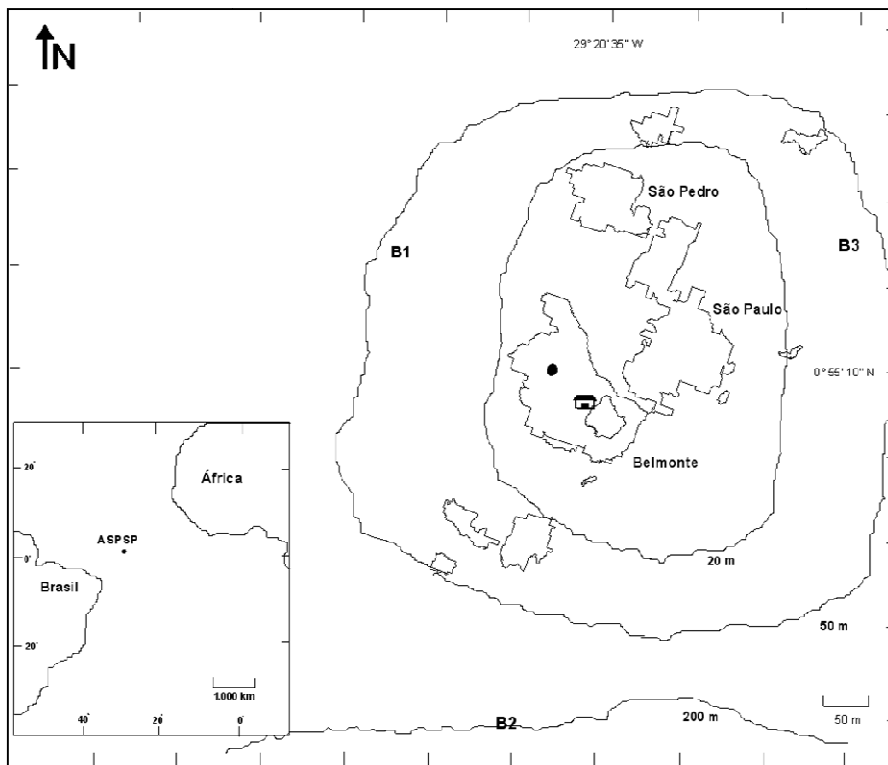


Figura 4- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo e das bóias de amarração das embarcações/ pontos de avistagem (B1 a B3).

Do ponto de vista da circulação oceânica, o ASPSP está inserido no complexo sistema equatorial de correntes (MOLINARI, 1983; RICHARDSON e MCKEE, 1984), sendo diretamente influenciado pela corrente sul equatorial (CSE), que flui superficialmente, durante o ano inteiro, no sentido E→W, com limite inferior de 200 m de profundidade e velocidade zonal em torno de 20 cm.s^{-1} , e pela corrente equatorial submersa (CES), que flui no sentido contrário (W→E), com velocidade zonal de até 100 cm.s^{-1} e eixo situado a uma profundidade de aproximadamente 70 m (PHILANDER, 1973; PETERSON e STRAMMA, 1991; STRAMMA e SCHOTT, 1999).

Recebe, ainda, forte influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que se posiciona mais meridionalmente de dezembro a maio (entre 2°S e 4°N), incidindo exatamente sobre o ASPSP em fevereiro (MOLINARI et al., 1986) e maio, quando ocorrem elevadas variações na direção e velocidade dos ventos em função da

intensificação dos alísios de nordeste (DIAGNE et al., 1984). Nos meses de junho a novembro, opostamente, a ZCIT está posicionada setentrionalmente (8°N - 12°N; FERREIRA e TRAVASSOS, 2009) fazendo com que, por conseguinte, o ASPSP receba maior influência dos ventos alísios de sudeste que sopram mais freqüentemente nessa época do ano (MOLINARI et al., *loc. cit.*). A intensificação dos ventos alísios de sudeste no segundo semestre do ano resulta também no fortalecimento do sistema equatorial de correntes, notadamente no fortalecimento da contra corrente norte equatorial- CCNE e da Corrente Equatorial Submersa- CES, fluindo no sentido W→E (EVANS e SIGNORINI, 1985), e da CSE, no sentido contrário (PETERSON e STRAMMA, 1991).

Em função do seu posicionamento geográfico isolado e estrategicamente situado no meio do oceano Atlântico (entre os hemisférios Norte e Sul e entre os continentes africano e sul-americano), o ASPSP exerce uma forte influência no ciclo de vida de várias espécies (LESSA et al., 1999; TRAVASSOS et al., 1999; VASKE et al., 2003, 2006; VIANA et al., 2008), incluindo o tubarão-baleia (HAZIN et al., 2008). De elevado interesse científico, a área é visitada por expedições científicas desde 1799 (DELANO, 1817 apud OLIVEIRA et al., 1997), tendo sido, inclusive, visitada por Charles Darwin em sua viagem a bordo do Beagle, em 1832. Além dessas, houve, ainda, várias outras expedições que produziram informações importantes sobre a área (OLIVEIRA et al., *loc. cit.*; LUBBOCK e EDWARDS, 1981). No passado, a natureza inóspita e a inacessibilidade do ASPSP impediram estudos biológicos detalhados. Entretanto, desde o estabelecimento de uma Estação de Pesquisa Científica pela Marinha do Brasil, em julho de 1998, os pesquisadores tem sido capazes de visitar a ilha periódica- e continuamente, tornando possível, assim, o desenvolvimento de diversas pesquisas.

A Estação Científica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Fig. 5) é ocupada permanentemente por uma equipe composta por quatro pesquisadores civis substituídos a cada 15 dias. As substituições são realizadas por embarcações fretadas pela SECIRM (Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar/ Marinha do Brasil), as quais, para a segurança dos pesquisadores, permanecem na área durante todo período da expedição (SOUZA, 2007). A comunicação com o continente e com as embarcações nas proximidades pode ser feita por meio de a) um transceptor em HF e outro fixo em VHF, além de dois rádios portáteis em VHF; b) um telefone público localizado na ECASPSP e, mais recentemente, c) internet, por meio do programa federal chamado GESAC (Governo Eletrônico- Serviço de Atendimento ao Cidadão), do Ministério das Comunicações.



Figura 5- Fotografia aérea do ASPSP. O círculo vermelho indica a Estação Científica. Foto: PRO-ARQUIPÉLAGO/ SECIRM- Marinha do Brasil.

3.2. Localização dos tubarões-baleia

A presença dos tubarões-baleia no ASPSP foi verificada de duas formas: 1) por meio de observação na superfície, a partir do barco de apoio à pesquisa; e 2) por meio de mergulho livre e/ ou autônomo. No primeiro modo de localização, a equipe aguardava no barco de apoio o surgimento de tubarões-baleia na proximidade da embarcação. Como a equipe evidentemente não permanecia o dia inteiro a bordo, parte das avistagens por esse método foi realizada pelos próprios tripulantes do barco de apoio. Outros barcos de pesca da frota nacional que atuam na região do ASPSP também colaboraram com o estudo, alertando a equipe de pesquisa tão logo a presença de um tubarão-baleia nas proximidades de suas embarcações era detectada. Dessa forma, sempre que um espécime era avistado os tripulantes das embarcações no entorno do ASPSP chamavam a equipe de pesquisa, via rádio VHF, a qual por meio de um bote inflável se deslocava imediatamente para o local de avistagem no intuito de registrar o máximo de informações possíveis, complementares ao registro inicial de ocorrência (item 3.3).

Na observação por meio de mergulho, a equipe realizava buscas subaquáticas nas proximidades do ASPSP, principalmente a oeste da ilha onde o barco de apoio permanecia amarrado durante o dia (Bóia 1; Fig. 4). Esse modo de localização, no entanto, apresentava restrições devido ao tempo relativamente curto que a equipe suportava permanecer dentro da água, que dependia sempre das condições do tempo e do mar e da visibilidade da água.

O modo de localização por meio da observação na superfície respondeu por uma parcela muito maior dos registros (n=102) do que por meio do mergulho (n= 6). Além disso, os tubarões-baleia observados por meio de mergulho, em sua maioria, não alteraram o rumo de sua direção, ignorando simplesmente a presença dos

mergulhadores, que ficavam, nesses casos, muitas vezes impedidos de registrar informações complementares necessárias, diferentemente dos animais que se aproximavam das embarcações, os quais em geral, tendiam a permanecer um tempo bem mais longo na proximidade das mesmas.

3.3. Registros de ocorrência, comportamento e foto-identificação

Os dados analisados no presente trabalho foram obtidos entre fevereiro de 2000 e junho de 2009, sendo que do início das coletas até o final de 2003, as únicas informações disponíveis eram os registros de ocorrência. A partir de 2004, no entanto, foi introduzida uma planilha para coleta das informações, além da realização de entrevistas e consultas com pescadores e pesquisadores que frequentavam regularmente o ASPSP, iniciativas essas que resultaram em uma melhoria significativa na qualidade e na quantidade dos dados coletados. A referida planilha contém campos que abordam: a) dados gerais: data, hora, local e duração da observação; b) dados sobre os tubarões: número de indivíduos avistados, tamanho (aproximado ou medido com trena; Fig. 6) e sexo; c) dados ambientais: distância do arquipélago, fase da lua, profundidade; e d) dados acerca do observador e da embarcação: nome do observador, nome da embarcação e tipo de avistagem (Anexo I).

Além dos registros de ocorrência, por meio do mergulho autônomo e/ou livre foram realizadas coberturas fotográficas e videográficas para avaliação de comportamento e criação de um banco de imagens visando à individualização dos tubarões-baleia e estudo de sua dinâmica populacional nas imediações do ASPSP, por meio de marcas naturais, sejam elas cicatrizes, deformações ou diferentes padrões de manchas e listras (MEEKAN et al. 2006; GRAHAM e ROBERTS, 2007; BRADSHAW et al., 2007; HOLMBERG et al., 2008, 2009; ROWAT et al., 2009). A partir de uma fotografia da região acima da nadadeira peitoral, atrás da quinta fenda branquial (de

preferência de ambos os lados) é possível se identificar individualmente um espécime de tubarão-baleia, já que o padrão de manchas e listras nessa região é único para cada animal, da mesma forma que uma impressão digital (ARZOUMANIAN et al., 2005; MEEKAN et al., 2006). Para catalogação e comparação das imagens foi utilizado o programa semi-automático desenvolvido para a identificação do tubarão-mangona (*Carcharias taurus* Rafinesque, 1810) I³S (*Interactive Individual Identification System* v. 2.0; VAN THIENHOVEN et al., 2007), que se mostrou igualmente eficiente para a identificação de tubarões-baleia (SPEED et al., 2007, 2008). Bancos de dados fotográficos estão sendo amplamente utilizados como forma não invasiva de marcação e recaptura para documentação de tendências em uma população e de estimação de taxas demográficas (FUJIWARA e CASWELL, 2001; STEVICK et al., 2001; BRADSHAW et al., 2003).



Figura 6- Tubarão-baleia macho de 480 cm, medido com trena, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Foto: Rafaela Ribeiro.

3.4. Índice de abundância relativa

O índice de abundância relativa utilizado no estudo da distribuição das observações do tubarão-baleia foi a OPUE (observação por unidade de esforço), em

termos do número de indivíduos observados por expedição, ou seja, 15 dias, que equivale a uma expedição, durante a temporada de pico de avistagem (*i.e.* janeiro a junho) entre 2004 e 2009. Devido ao elevado número de ocorrências por chamado via rádio ($n= 102$) com relação ao censo visual ($n=6$), não foi possível calcular a quantidade de indivíduos registrados por tempo de observação durante os mergulhos. Este método sobrestima a real abundância da espécie (MAUNDER et al., 2006), já que não considera o verdadeiro esforço de observação empregado, o qual, obviamente, não foram os 15 dias contínuos de expedição. Todavia, na ausência de outro método mais robusto, o mesmo foi utilizado pelo menos como uma referência aproximada de abundância relativa. Embora o banco de dados tenha sido corrigido para não incluir reavistagens, é possível que um mesmo tubarão tenha sido registrado em dias subsequentes (*i.e.*, indivíduos não identificados). No entanto, estudos sobre a espécie, incluindo monitoramento por satélite, indicam que os tubarões-baleia frequentam o ASPSP como rota de migração (HAZIN et al., 2008; presente estudo), não permanecendo por muito tempo em suas imediações.

3.5. Transmissor PSAT (Pop-up satellite archival transmitting tag)

O transmissor de dados via satélite modelo MK-10 (*Wildlife Computers* WA, EUA; Fig. 7) utilizado no presente trabalho coleta e armazena informações sobre a pressão (convertida em profundidade), temperatura e luminosidade (usada para calcular a localização geográfica) adjacente ao tubarão-baleia por todo o tempo em que o mesmo estiver afixado no animal. Após um período pré-programado a coleta de dados é cessada iniciando-se o processo de liberação do transmissor, o que permite então, a sua emersão à superfície, e conseqüentemente, a transmissão de sinais contendo os dados sumarizados para o Sistema Argos de satélites.



Figura 7- Transmissor PSAT modelo MK-10, Wildlife Computers, utilizado para marcação do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Foto: Bruno Macena.

O transmissor PSAT, no presente caso, foi pré-programado para permanecer no tubarão-baleia por 96 dias coletando dados de temperatura e pressão a cada 10 segundos e sumarizando as suas respectivas frequências de distribuição e os dados pontuais (oito valores: o mínimo, o máximo e mais outros seis entre os extremos), a cada quatro horas. Para conhecer a percentagem de tempo gasto em determinada temperatura ou profundidade foram utilizados 14 *bins* (intervalos) para cada uma das variáveis, de acordo com o comportamento do tubarão-baleia registrado na literatura. Este tipo de transmissor dispõe ainda de um dispositivo limitador de profundidade (uma espécie de guilhotina) que efetua o desprendimento do transmissor do animal marcado sempre que o mesmo atingir a profundidade de aproximadamente 2.000 m, correspondente ao limite máximo de pressão suportado pelo equipamento.

O transmissor PSAT foi fixado na região posterior da base da primeira nadadeira dorsal do animal (Fig. 8), utilizando-se para tanto, uma lança telescópica de 300 cm com aplicador e ponteira de aço inoxidável (Fig. 9 a, b, c).



**Figura 8- Transmissor PSAT (círculo) afixado na base da nadadeira dorsal do tubarão-baleia.
Foto: Bruno Macena.**

O aplicador (Fig. 9b) foi delimitado para penetrar a uma profundidade máxima de 12 cm no corpo do tubarão-baleia, já que a espessura da pele na área próxima à primeira nadadeira dorsal, onde a marca foi fixada, é de 10 a 15 cm (ECKERT e STEWART, 2001), dependendo do comprimento do animal. Desta forma, evitou-se uma penetração mais profunda na musculatura, deixando a marca, contudo, firmemente fixada (GIFFORD et al., 2007). A marcação foi realizada por meio de mergulho livre, sem que o tubarão-baleia marcado tenha esboçado qualquer reação no momento do impacto da lança em seu dorso.

3.6. Transmissor SAT (Satellite-linked transmitter tag)

O transmissor via satélite modelo SPLASH (*Wildlife Computers*, WA, EUA; Fig. 10) possui as mesmas características do MK-10 no que diz respeito à natureza dos dados coletados com a diferença, porém, de que as informações são enviadas ao satélite sempre que, e somente quando, o tubarão-baleia (transmissor) alcança a superfície durante todo o período em que o mesmo permanecer fixado ao animal ou até o

esgotamento da bateria. Tal característica permite um monitoramento em tempo quase real do deslocamento vertical e horizontal do tubarão marcado, em longo prazo.



Figura 9- (a) Lança (*pole*) telescópico, (b) aplicador, (c) ponteiros e (d) adaptador do aplicador utilizado para marcar o tubarão-baleia. Foto: Bruno Macena.



Figura 10- Transmissor SPLASH utilizado para marcação do tubarão-baleia no ASPSP. Foto: Bruno Macena.

O SPLASH neste estudo foi pré-programado para permanecer afixado no tubarão-baleia por 256 dias, ou seja, cerca de oito meses e meio coletando informações acerca da profundidade e temperatura a cada 10 segundos, resumizando-os em intervalos de quatro horas. Assim como o MK-10, foram utilizados 14 *bins* para se estimar a frequência do tempo gasto por temperatura e profundidade.

Para a fixação da SPLASH no animal foi utilizado um arbaletes de 100 cm (Fig. 11a) impulsionado por borracha e com o arpão modificado para que o aplicador (Fig. 11b), produzido em aço inoxidável, proporcionasse a mesma penetração que a lança telescópica (aproximadamente 12 cm), conforme descrito acima para a fixação do PSAT. O transmissor SPLASH foi fixado na mesma posição que o PSAT, porém a uma distância de 400 cm do tubarão-baleia (Fig. 12) por meio de um cabo de aço inoxidável revestido de náilon. Optou-se por esta distância para aumentar a probabilidade de alcance da superfície do mar pelo transmissor. A ponteira utilizada possuía 0.6 cm de diâmetro e 6 cm de comprimento (Fig. 11c) e, da mesma forma que na marcação com o PSAT, o tubarão-baleia não demonstrou qualquer reação ao impacto do arpão.

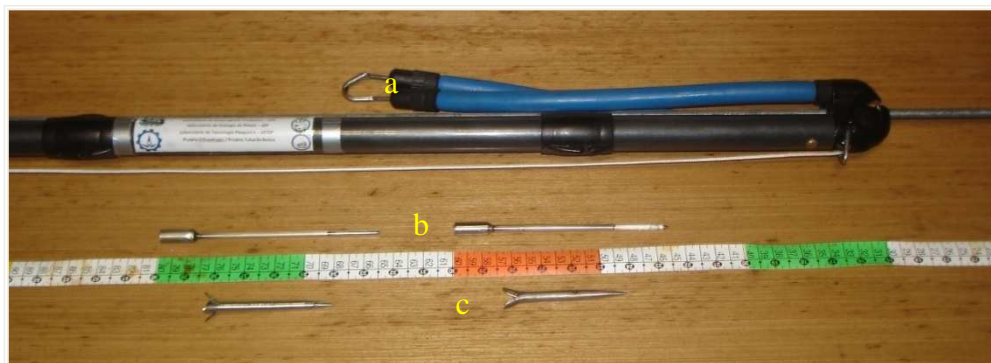


Figura 11- Equipamentos utilizados para marcação do tubarão-baleia TB-01: arbaletes impulsionado por borracha (a), aplicadores (b) e ponteiros (c) em aço inoxidável. Foto: Bruno Macena.



Figura 12- Tubarão-baleia marcado com transmissor SPLASH (círculo). Foto: Bruno Macena.

3.7. *Processamento dos dados dos transmissores via satélite*

Quando os sinais são recebidos pelo sistema Argos de satélites, os mesmos são enviados para estações de recepção, em terra, que processam os dados e os disponibilizam para o usuário no endereço eletrônico do sistema Argos (www.argos-system.org). O processamento destes arquivos é diferente para cada tipo de transmissor. Para ambos os modelos foi seguido o protocolo disponibilizado pelo fabricante (*Wildlife Computers- WC*) e seus respectivos programas para o processamento dos dados. A WC determina que os sensores de profundidade e temperatura tenham resolução de 0.5 m e 0.05°C, respectivamente. Os mapas foram produzidos utilizando-se o programa Maptool (www.seaturtle.org), disponibilizado gratuitamente (COYNE e GODLEY, 2005).

3.7.1. *Transmissor PSAT*

Para o transmissor Mk-10, foi utilizado o programa WC-AMP® para decodificar as mensagens em dados de temperatura e profundidade, os quais são apresentados em uma planilha do Microsoft Excel®. Para cada intervalo de histograma sumarizado (*e.g.*

1, 3, 6 ou 12 h) o WC-AMP® computa a proporção de tempo que o transmissor (tubarão-baleia) passou em cada um dos 14 *bins* de profundidade e temperatura pré-definidos durante a programação e extrai oito valores pontuais de profundidades e temperaturas, incluindo as máximas e mínimas. São extraídas, ainda, dados relativos à luminosidade, inclusive ao amanhecer e ao anoitecer, por meio da qual é possível se fazer uma estimativa da posição geográfica onde o animal se encontra (*i.e.* geolocalização baseada na luminosidade). Na prática, entretanto, existe grande incerteza quando se estima a movimentação horizontal de um peixe marcado porque a latitude e longitude devem ser inferidas a partir do nível de luz sub-aquática, a qual está sujeita a uma grande variação (atenuação), dependente do comportamento do animal e das condições ambientais (*e.g.* mudança no clima e na turbidez da água, bio-incrustação, etc.) em um determinado local, podendo aumentar sazonalmente durante os equinócios de primavera e outono (MUSYL et al., 2001), além, ainda, da possibilidade das leituras de luminosidade serem realizadas em locais diferentes entre o nascer e o pôr do sol (*e.g.* quando o animal se desloca por uma distância significativa; HILL e BRAUN, 2001). Todavia, estes erros podem ser atenuados e validados por meio de modelos matemáticos que agregam os dados de luminosidade com variáveis oceanográficas (*e.g.* TSM, batimetria; TEO et al., 2004; NIELSEN et al., 2006; LAM et al., 2008) e até com o comportamento do animal (GREEN et al., 2009).

Para calcular essa estimativa, foi utilizado o programa WC-GPE®, que corrige a atenuação da luminosidade e define a posição do transmissor, estimando-se a longitude e latitude através dos dados de luminosidade transmitidos (HILL e BRAUN, 2001). A abordagem resultante corresponde a um modelo geofísico teórico da irradiância *vs.* hora do dia para a parcela relevante dos dados de um determinado dia, ajustando os parâmetros de latitude, longitude e nebulosidade (EKSTROM, 2004).

A longitude é estimada calculando-se o tempo da diferença entre o meio-dia ou meia-noite local (onde o transmissor se encontra) com o meridiano de Greenwich, aplicando-se esse tempo em um algoritmo astronômico padrão (WILSON et al., 1992; EKSTROM, *loc. cit.*). Por esta razão é importante que o relógio do transmissor esteja corretamente ajustado. A latitude foi estimada a partir do cálculo da duração do dia (diferença de tempo entre o amanhecer e anoitecer). Contudo, sempre que a declinação solar (δ) é próxima de zero (geralmente em períodos de equinócios solar) a duração do dia depende muito pouco da latitude, já que (dia e noite) possuem o mesmo comprimento. Como resultado, um pequeno erro na determinação do comprimento do dia pode levar a um grande erro na latitude estimada (EKSTROM, *loc. cit.*). Para alcançar o melhor resultado possível, uma escolha cuidadosa do ângulo de zênite deve ser realizada (dia-a-dia) a fim de evitar desvios em dias em que há uma alta variação da latitude estimada. Assim, a WC generaliza esta técnica ajustando todos as durações dos dias correspondendo aos ângulos zenitais de 87° a 102° (HILL e BRAUN, 2001). A longitude baseada na luminosidade é tipicamente precisa e robusta, não sendo necessário seu refinamento (TEO et al., 2004). Ao contrário da longitude, as estimativas de latitude calculadas pelo programa fornecido pelo fabricante ainda necessitam de um tratamento suplementar para o seu refinamento, uma vez que essa estimativa é pouco confiável (MUSYL et al., 2001; TEO et al., *loc cit.*). Não importa o quão engenhosa seja a análise de localização geográfica, a variabilidade esperada na latitude nunca será menor do que 0.7° , enquanto que para a longitude será constantemente 0.32° (HILL e BRAUN, 2001). Os dados gerados pelo WC-GPE® foram visualmente inspecionados e as curvas de luz que se apresentaram grosseiramente incorretas excluídas (manualmente) das análises subsequentes seguindo o protocolo da WC. Para cada dia é gerada apenas uma estimativa de localização geográfica quando as leituras de nível de

luz forem boas o suficiente para serem utilizadas no algoritmo. A técnica para o refinamento da estimativa da latitude será discutida abaixo (tópico 3.8).

3.7.2. Transmissor SAT

O Sistema de Coleta de Dados e Localização (DCLS, em inglês) da Argos consiste de dois satélites operacionais na órbita da Terra, em rota quase polar. Se dois ou mais sinais foram recebidos pelo satélite, então a localização poderá ser calculada pelo sistema Doppler de transmissões sucessivas (TAILLADE, 1992). Para melhor precisão da localização, o ideal é que o satélite receba, no mínimo, quatro sinais. A precisão da localização pode variar de poucos metros a até alguns quilômetros e são classificadas, pelo sistema Argos, por meio de um índice de qualidade, denominado *Location Class* (LC), calculado pelo vértice da posição do satélite quando recebeu a mensagem e o ângulo do vértice, que é uma função da diferença entre a frequência medida a bordo do satélite e a frequência do transmissor (ARGOS, 2008).

Sintetizando, para cada duas possíveis localizações, uma análise de mínimos quadrados é utilizada pra refinar a estimativa da posição do transmissor e a frequência de transmissão. Se esta análise falhar, o cálculo da localização não será concluído, inviabilizando a obtenção de uma localização. A localização com o erro residual mínimo é escolhida e sua plausibilidade testada por meio de quatro provas: 1- erro residual mínimo; 2- continuidade da frequência de transmissão; 3- deslocamento mínimo (menor distância desde a última localização); e 4- plausibilidade da velocidade entre as localizações. Dois destes testes devem ser positivos para validação da localização, de forma que se a primeira localização falhar em mais de dois testes então a segunda possível localização é testada. Se ambas as localizações falharem em mais de dois testes a posição não é distribuída para o usuário (ARGOS, 2008).

A LC é calculada utilizando-se o erro residual e as características da passagem do satélite, sendo classificadas de acordo com o referido erro (Tabela I). Entretanto, a precisão dessas localizações tem sido avaliadas independentemente e podem ser em alguns casos melhores (HAYS et al., 2001; VINCENT et al., 2002) ou piores (COSTA et al., 2010) do que as estabelecidas pela Argos. Os códigos LC3 (<250 m), LC2 (250-500 m) e LC1 (500- 1.500 m) são mais frequentemente utilizados (TEO et al., 2004; LAM et al., 2008) e foram empregados nas análises do presente estudo.

Tabela I- Classificação do erro estimado calculado pela Argos (Modificado de ARGOS, 2008).

Classe	Tipo	Erro estimado	Número de mensagens recebidas por passagem do satélite
G	GPS	< 100m	1 mensagem ou mais
3	Argos	< 250m	4 mensagens ou mais
2	Argos	250m < 500m	4 mensagens ou mais
1	Argos	500m < 1500m	4 mensagens ou mais
0	Argos	> 1500m	4 mensagens ou mais
A	Argos	Sem estimativa de precisão	3 mensagens
B	Argos	Sem estimativa de precisão	2 mensagens
Z	Argos	Localização inválida	

Foi utilizado o programa DAP-Processor® para decodificação do arquivo pré-processado pelo sistema Argos para obter os dados de profundidade, temperatura e localização geográfica de onde o animal esteve enquanto permaneceu com o transmissor afixado. O arquivo de saída foi apresentado em formato de planilha do Microsoft Excel®.

3.8- Análise dos dados de temperatura, profundidade e estimativa da velocidade de natação.

Os transmissores, MK-10 e SPLASH arquivam os dados de maneira diferente. Embora ambos registrem a frequência de tempo gasto por profundidade e temperatura, apenas o MK-10 registra esses dados também de forma pontual. No presente trabalho, a frequência de tempo em que o tubarão-baleia permaneceu por intervalo de temperatura e profundidade foi calculada para cada um dos 14 *bins* pré-determinados durante a programação do transmissor. Para comparação da frequência de tempo gasto por profundidade e temperatura entre o dia e a noite foi utilizada a análise do qui-quadrado

$$(\chi^2): \chi^2 = \sum [(o - e)^2 / e] \quad [1]$$

em que: o é a frequência observada para cada classe e e é a frequência esperada para aquela classe.

Foram calculadas estatísticas sumárias sobre distância percorrida e tempo gasto pelo tubarão-baleia entre posições seqüenciais, para se estimar a taxa de movimentação (média \pm desvio padrão- d.p.), calculada como a distância mínima entre dois pontos diários consecutivos (ECKERT e STEWART, 2001; ECKERT et al., 2002; WILSON et al., 2006; BRUNNSCHWEILLER et al., 2009). Apesar deste método subestimar a distância real percorrida por dia, uma vez que não conta com os movimentos verticais e horizontais praticados pelo tubarão em 24h, o mesmo reduz a combinação do erro associado com a utilização de várias localizações e seus respectivos erros associados. Para a distância percorrida em rede foi somada a distância entre posições adjacentes de alta qualidade ($LC \geq 1$). Embora esta técnica possa sobreestimar a extensão horizontal viajada pelo tubarão-baleia, utilizando-se apenas as melhores localizações, essa sobreestimativa é minimizada (ECKERT et al., *loc. cit.*).

3.9. Refinamento da latitude do transmissor via satélite PSAT

As latitudes foram estimadas utilizando-se o nível de luz e a temperatura da superfície do mar (TSM) obtidas por sensoriamento remoto (SR), por meio de algoritmo desenvolvido por Teo et al. (2004). O ajuste para refinamento da localização geográfica por luminosidade é necessário apenas para a latitude, uma vez que o valor apresentado para longitude é robusto (TEO et al., *loc. cit.*). Utilizou-se o software MatLab 7© (Mathworks, Inc.; www.mathworks.com) para o desenvolvimento da rotina (script; Anexo II) de estimativa da localização da latitude. A rotina desenvolvida, inicialmente denominada FindLats, é atualmente comercializada pela empresa Lotek© (Lotek Wireless, Inc; <http://www.lotek.com/index.htm>). Para cada dia, o registro de TSM do transmissor eletrônico foi emparelhado com a grade de TSM de referência ao longo da estimativa de longitude (por nível de luz solar) do mesmo dia, tomando como ponto de partida para essa busca os pontos longitude do transmissor. Os dados de referência das grades de TSM global noturna, com média de 8 dias, foram adquiridos por meio do espectro-radiômetro de resolução moderada (MODIS) (<ftp://podaac.jpl.nasa.gov>, 4 km e 0.1°C de resolução). Quando os dados do MODIS não estavam disponíveis, as grades de TSM foram adquiridas pelo Microwave Optimally Interpolated (OI) Sea Surface Temperature (<ftp://ftp.discover-earth.org/sst/>, 25 km e 0.1 °C de resolução). Grades noturnas de TSM foram utilizadas (MODIS) devido ao calor solar em condições de vento fraco (<6 m.s⁻¹) que podem aquecer a película da superfície do mar (DONLON et al., 1999), aumentando a diferença entre a temperatura estimada pelo satélite e a TSM medida pelo transmissor eletrônico (TEO et al., 2004).

Os limites hemisféricos latitudinais foram definidos de 0 a 70°N (Min e MaxLatSearch; Tab. II) para restringir o processo de emparelhamento por TSM apenas ao hemisfério Norte. A área para emparelhamento de TSM foi reduzida para melhor

ajuste no processo (delimitando a região reduz o tempo computacional e aumenta a probabilidade de emparelhamento) de acordo com informações da velocidade de deslocamento diário do tubarão-baleia (Lon_degperday; Tab. II) baseado em estudos anteriores (GUNN et al., 1999; ECKERT e STEWART, 2001; ECKERT et al., 2002). Para este algoritmo, assume-se que um indivíduo em oceano aberto está se movendo dentro de uma área, ao invés de permanecer em uma localização fixa num período de 24h (Maxmove; Tab. II). A área de busca onde a TSM por SR melhor emparelhou com o TSM do transmissor pode ser considerada a área em que o tubarão se encontra (Searchsize; Tab. II) e o centro da área de busca que apresentou maior emparelhamento foi considerado como a localização média para o tubarão-baleia para cada dia. Foram utilizados cinco conjuntos de parâmetros diferentes para estimar a melhor rota do TB-02 (Tabela II; Fig. 13).

Tabela II- Parâmetros fornecidos ao algoritmo desenvolvido por Teo et al. (2004), utilizados para estimação da provável rota (A, B, C, D, E) percorrida pelo TB-02, a partir do ASPSP.

Parâmetro	A	B	C	D	E
Surfacedepth (m)	3	3	1	3	3
Searchsize (km)	50x50	100x100	200x200	200x200	200x200
Maxmove (°)	1	1	1	1	1
Lon_degperday (°)	2	2	1	1	2
MinLatSearch	0	0	0	0	0
MaxLatSearch	70	70	70	70	70
CloudLimit	70	70	70	70	70

[‡] definição da profundidade da TSM, * percentual máximo aceitável de cobertura de nuvem.

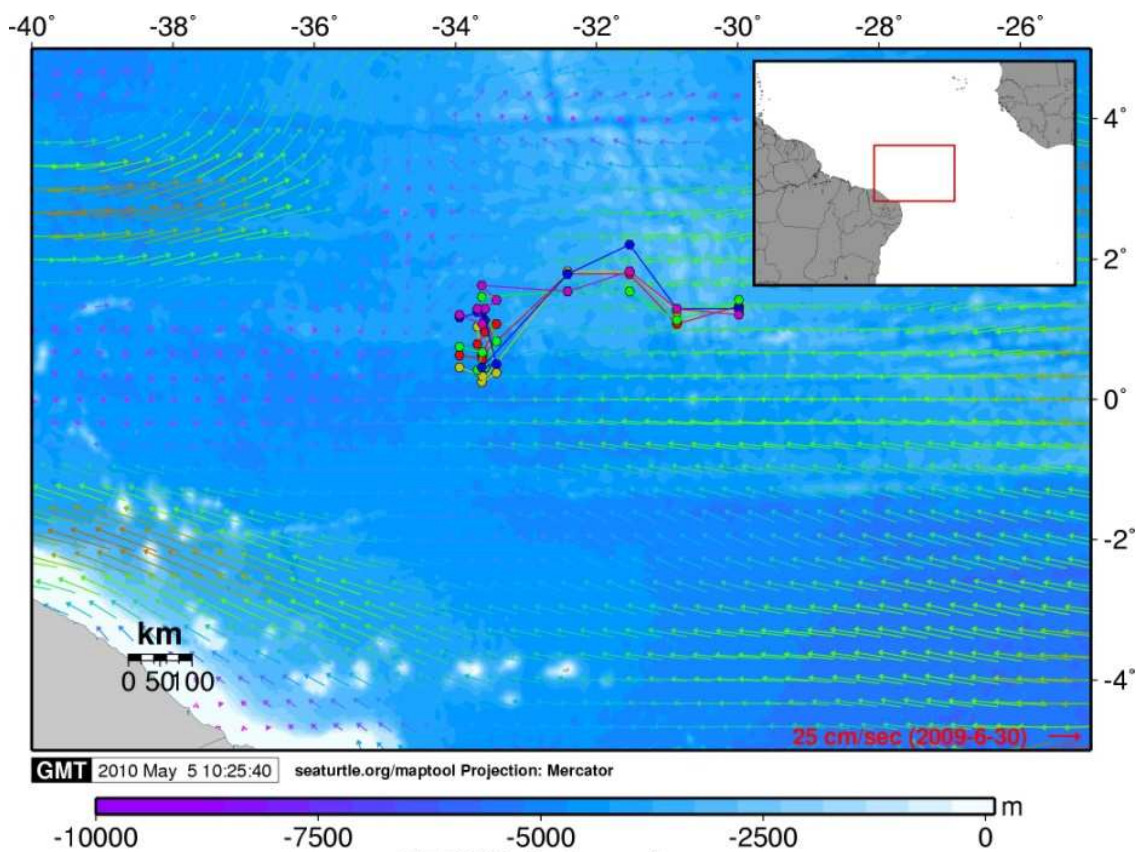


Figura 13- Cinco possíveis rotas estimadas pelo algoritmo de Teo et al. (2004) para o deslocamento do TB-02, a partir do ASPSP. (A- mostarda; B- vermelho; C- verde; D- azul; E- roxo).

4. Referências Bibliográficas

- ALECRIM-SANTOS, C.A.; ANDREATTA, J.V.; GOMES, U.L. Sobre a ocorrência de *Rhincodon typus* Smith, 1829 (Elasmobranchii, Rhincodontidae) em águas brasileiras e aspectos de sua taxonomia. **Acta Biol. Leopoldensia** v. 10, p.175-182, 1988.
- AMORIM, A.F.; ARFELLI, C.A. The shark fishery in south and southeastern Brazil. **Chondros**, v.3(3): p.1-2, 1992.
- AMORIM, A.F; ARFELLI, C. A.; FAGUNDES, L. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off southern Brazil during 1974-97: an overview. **Mar. Freshwater Res.**, v.49, 621-632, 1998.
- ARGOS. Argos user's manual. 2008. Disponível em: <<http://www.argos-system.org/>>. Acesso em 20 fevereiro 2010.
- ARZOUMANIAN, Z.; HOLMBERG, J.; NORMAN, B. An astronomical pattern matching algorithm for computer-aided identification of whale sharks *Rhincodon typus*. **J. Appl. Ecol.** 42, p.999–1011, 2005.
- BAUGHMAN, J.L. The oviparity of the whale shark, *Rhincodon typus*, with records of this and other fishes in Texan waters. **Copeia**, p.54–55, 1955.
- BAUGHMAN, J.L.; SPRINGER, S. Biological and economic notes on the sharks of the gulf of Mexico, with especial reference to those of Texas, and with a key for their identification. **American Midland Naturalist**, v.44, n.1, p.96-152, 1950.
- BEAN, B.A. A Rare 'Whale Shark.' **Science**, New Series, v.15, n.374, p.353, 1902.
- BECKLEY, L.E.; CLIFF, G.; SMALE, M.J.; COMPAGNO, L.J.V. Recent strandings and sightings of whale sharks in South Africa. **Environ. Biol. Fish.** v.50, p.343–348, 1997.
- BERTONCINI, A.A.; SAMPAIO, C.L.S. Novos registros do tubarão-baleia, *Rhincodon typus* SMITH, 1829 no litoral da Bahia, Nordeste do Brasil. In: Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios- SBEEL, 3, 2002. **Anais**. João Pessoa/ PB, p. 29-30, 2002.
- BIGELOW, H.B.; SCHROEDER, W.C. **Fishes of the western North Atlantic**. Lancelets cyclostomes and sharks, part.1. Yale University, New Haven, Conn., Memoir Sears Found. Mar. Res., 576, 106 plates, 1948.
- BLOCK, B.A.; DEWAR, H; FARWELL, C; PRINCE, E.D. A new satellite technology for tracking the movements of Atlantic bluefin tuna. **Proc Natl Acad Sci USA** v.95, p.9384 -9389, 1998.
- BONFIL, R; MEYER M, SCHOLL MC, JOHNSON R, O'BRIEN S, OOSTHUIZEN H, SWANSON S, KOTZE D, PATERSON M. Transoceanic migration, spatial dynamics, and population linkages of white sharks. **Science**, v.310, p.100–103, 2005.
- BOST, C.A.; THIEBOT J.B.; PINAUD, D; CHEREL, Y; TRATHAN, P.N. Where do penguins go during the inter-breeding period? Using geolocation to track the winter dispersion of the macaroni penguin. **Biology Letters**, v.5 n.4 473-476, 2009.

- BRADSHAW ,C.J.A.; BARKER, R.J.; HARCOURT, R.G.; DAVIS, L.S. Estimating survival and capture probability of fur seal pups using multistate mark-recapture models. **Journal of Mammalogy** v.8, p.65-80, 2003
- BRADSHAW, C.J.A.; MOLLET, H.F.; MEEKAN, M.G. Inferring population trends for the world's largest fish from mark recapture estimates of survival. **J Anim Ecol** v.76, p.480–489, 2007.
- BRUNNSCHWEILER, J.M.; BAENSCH, H.; PIERCE, S.J.; SIMS, D.W. Deep-diving behaviour of a whale shark *Rhincodon typus* during long-distance movement in the western Indian Ocean. **Journal of Fish Biology**, v.74, p.706-714, 2009,
- BURKS, C.M.; DRIGGERS, W.B. III; MULLIN, K.D. Observations of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin** v.104, p.579-584, 2006.
- CAMPOS, C.E.C.; M.B. SILVA; S.G. TARGINO; C. BORGOFF. First record of whale shark, *Rhincodon typus* (Condriichthyes: Rhincodontidae) in Atol das Rocas, Brazil. In: Encontro Brasileiro de Ictiologia, 16, 2005. **Anais**. João Pessoa – PB, p.203, 2005a.
- CAMPOS, T.F.C.; VIRGENS-NETO, J.; SRIVASTAVA, N.K.; PETTA, R.A.; ARTMANN, L.A.; MORAES, J.F.S.; MENDES, L.; SILVEIRA, S.R.M. **Arquipélago de São Pedro e São Paulo - Soerguimento tectônico de rochas infracrustais no Oceano Atlântico**. 2005b In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S. (Edit.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio002/sitio002.pdf>>. Acessado em: 15 outubro, 2009.
- CÁRDENAS-PALOMO, N.; HERRERA-SILVEIRA, G.; REYES, O. Distribución espacio-temporal de variables fisicoquímicas y biológicas en el hábitat del tiburón ballena *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae) al norte del Caribe Mexicano. **Rev. Biol. Trop.** v.58(1), p.399-412, 2010.
- CAREY, F.G.; SCHAROLD, J.V. Movements of blue sharks, *Prionace glauca*, in depth and course. **Marine Biology**, v.106, p.329-342, 1990.
- CASTRO, J.I. The biology of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off the Florida east coast and the Bahama Islands. **Environ. Biol. Fish** v.58, p.1–22, 2000.
- CATLIN, J; JONES, R. Whale shark tourism at Ningaloo Marine Park: A longitudinal study of wildlife tourism, **Tourism Management**, v. 31(3), p.386-394, 2010.
- CHEN, C.T.; LIU, K.M.; JOUNG, S.J. Preliminary report on Taiwan's whale shark fishery. **TRAFFIC Bulletin** 17:53-57, 1997.
- CHEN, V.Y.; PHIPPS, M.J.; Management and Trade of Whale Sharks in Taiwan. A **TRAFFIC East Asia Report**, p.1-35, 2002.
- CHIVERS, S.J.; SCOTT. M.D. Tagging and tracking of *Stenella* spp. during the 2001 Chase Encirclement Stress Studies Cruise. **SWFSC Admin. Rep.**, La Jolla, LJ-02-33, 24p 2002.
- CITES. Inclusion of the whale shark (*Rhincodon typus*) in Appendix II of CITES. Proponents: India and the Philippines Prop 12.35. 2002. Disponível em: <www.cites.org/eng/cop/12/prop/E12-P35.pdf>. Acessado dia: 20 novembro 2009.

- CLARK, E. Gentle monsters of the deep: Whale Sharks. **National Geographic**. v.182(6): p.120-139, 1992.
- CLARK, E.; NELSON, D.R. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. **Environmental Biology of Fishes** v.50, p.63–73, 1997.
- COLMAN, J.G. A review of the biology and ecology of the whale shark. **Journal of Fish Biology**, v.51, p.1219–1234, 1997.
- COMPAGNO, L.G.V. 2001. **Sharks of the world**. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). **FAO Species Catalogue for Fishery Purposes**. n.1, v.2. Rome, FAO. 2001. 269p.
- COSTA, D.P.; ROBINSON, P.W.; ARNOULD, J.P.Y.; HARRISON, A.L.; SIMMONS, S.E.; et al. Accuracy of ARGOS Locations of Pinnipeds at-Sea Estimated Using Fastloc GPS. **PLoS ONE** v.5(1): e8677, 2010.
- COYNE, M.S.; GODLEY, B.J. Satellite tracking and analysis tool (STAT): an integrated system for archiving, analyzing and mapping animal tracking data. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v.301, p.1–172, 2005.
- CRAIGHEAD, J.J.; CRAIGHEAD-JR, F.C.; VARNEY, J.R.; COTE, C.E. Satellite monitoring of black bears. **BioScience**. v.21, p.1206-1212, 1971.
- CRAIGHEAD-JR, F.C.; CRAIGHEAD, J.J.; COTE, C.E.; BUECHNER, H. Satellite and ground radio tracking of elk. In: S. GALLER et al. **Animal Orientation and Navigation**. NASA, Washington, D.C. Pp. 99-111, 1972.
- DAVIS, D.; BANKS, S.; BIRTLES, A.; VALENTINE, P.; CUTHILL, M. Whale sharks in Ningaloo Marine Park: managing tourism in an Australian marine protected area, **Tourism Management**, v.18(5), p.259-271, 1997.
- DAVIS, R.W; JAQUET, N; GENDRON, U; MARKAIDA, U; BAZZINO, G & GILLY, W. Diving behavior of sperm whales in relation to behavior of a major prey species, the jumbo squid, in the Gulf of California, Mexico. **Mar. Ecol. Prog. Series**. v.333, p.291-302, 2007.
- DELANO, A. Narrative of voyages and travels in the Northern and Southern Hemispheres; comprising three voyages around the world, together with the voyage of survey and discovery in the Pacific Ocean and oriental islands. E. G. House, Boston, 1817. In: OLIVEIRA, G. M.; EVANGELISTA, J. E. V.; FERREIRA, B. P., *Biologia e pesca no Arquipélago de São Pedro e São Paulo*. **Bol. Téc CEPENE/IBAMA**, Manuscrito, 1996, 25 pp.
- DIAGNE, M.; LAMARRE, D.; PAGNEY, P. Remarques sur la convergence intertropicale : l'exemple del'Atlantique. **Supplément au no 57 du Courrier du CNRS: la Géographie, images des sciences de l'homme**, p.64-67, 1984.
- DIETZ, R.; TEILMANN, J.; HENRIKSEN, O.D.; LAIDRE, K. Movements of seals from Rødsand seal sanctuary monitored by satellite telemetry. Relative importance of the Nysted Offshore Wind Farm area to the seals. National Environmental Research Institute, Denmark– **NERI technical Report** n.429, 2003, 44p.

- DIETZ, R.; TEILMANN, J.; JØRGENSEN, M.P.; JENSEN, M.V. Satellite tracking of Humpback whales in West Greenland. National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark– **NERI Technical Report** n.411, 2002, 40p.
- DUFFY, C.A.J. Distribution, seasonality, lengths, and feeding behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) observed in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* v.36, p.565–570, 2002.
- ECKERT, S.A. ; STEWART, B.S. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. **Env. Biol. Fishes**, v.60(1-3), p.299-308, 2001
- ECKERT, S.A.; DOLAR, L.L.; KOOYMAN, G.L.; PERRIN, W.; RAHMAN, R.A. Movement of whale sharks (*Rhincodon typus*) in South-East Asian waters as determined by satellite telemetry. **J. Zool.** v.257, p.111–115, 2002.
- EKSTROM, P.A. An advance in geolocation by light. **Mem Natl Inst Polar Res** (Tokyo) v.58, p.210–226, 2004.
- EVANS, D.L.; SIGNORINI, S.S. Vertical structure of the Brazil Current. **Nature** v.315, p.48-50, 1985.
- FANCY, S.G.; PANK, L.F.; DOUGLAS, D.C.; CURBY,C.H.; GARNER, G.W.; AMSTRUP, S.C.; REGELIN,W.L. Satellite telemetry: a new tool for wildlife research and management. U.S. Dept. Int., **Fish Wildl. Serv. Res. Publ.** v.172, p.1–54, 1988.
- FARIA, V.; BASILIO, T. H.; VENANCIO, I. M.; SILVEIRA, L. M.; JUCA-QUEIROZ, B.; GADIG, O. B. F.; Furtado-Neto, M. A. A. Captura incidental de um tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Orectolobiformes, Rhincodontidae) na costa do Ceará, Nordeste do Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v.4(4), p.599-604, 2009.
- FEITOZA, B.; ROCHA, L.A.; J-LUIZ, J.R., O.; FLOETER, S.R.; GASPARINI, J.L. Reef fishes of Saint Paul's Rocks: new records and notes on biology and zoogeography. **Aqua** v.7(2), p.61–82, 2003.
- FERREIRA, A.G.; TRAVASSOS, P.E.F.P. Sensoriamento Remoto. 9-39. In: Hazin, F.H.V. et al. **Meteorologia e Sensoriamento Remoto, Oceanografia Física, Oceanografia Química e Oceanografia Geológica**, Fortaleza: Ed. Martins e Cordeiro (Programa Revizee- Score Nordeste), v.1, 2009, 248p.
- FERREIRA, L.A.; AMORIM, A.F.; Occurrence of a small free living whale shark, *Rhincodon typus* (Smith, 1828) off subtropical waters of Western Atlantic. In: Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo dos Elasmobrânquios – SBEEL, 3, 2002, **Anais**. João Pessoa/ PB, p. 37-38, 2002.
- FISHERIES RESEARCH. **Whale Sharks: Science, Conservation and Management** - Proceedings of the First International Whale Shark Conference, First International Whale Shark Conference. v.84(1), 2007, 136p.
- FUJIWARA, M.; CASWELL, H. Demography of the endangered North Atlantic right whale. **Nature** v.414, p.537–541, 2001.
- GADIG, O.B.F. Dados complementares sobre a ocorrência do tubarão - baleia, *Rhincodon typus* SMITH (Orectolobiformes, Rhincodontidae) no litoral do Brasil. In: Grupo de Trabalho sobre Pesca e Pesquisa de Tubarões e Raias no Brasil, 5, 1991. **Anais**. Santos – SP, 1991.

- GADIG, O.B.F. Tubarões da costa brasileira. 2001. 343 p. **Tese de Doutorado**, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Instituto de Biociências.
- GADIG, O.B.F.; ROSA, R.S. *Rhincodon typus*. In: **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. v.2(2), p.30-31, 2008. Ed. ANGELO BARBOSA MONTEIRO MACHADO, GLÁUCIA MOREIRA DRUMMOND, ADRIANO PEREIRA PAGLIA. - 1.ed. - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008, 278p.
- GARRICK, J.A.F. Additional information on the morphology of an embryo whale shark. **U.S. Nat. Mus. Proc.** v.115, p.1-7, 1964.
- GIFFORD, A; COMPAGNO, LJV; LEVINE, M; ANTONIOU, A. Satellite tracking of whale sharks using tethered tags. **Fisheries Research**. v.84(1), p.17-24, 2007;
- GILL, T. On the Habits of the Great Whale Shark (*Rhineodon typus*) **Science, New Series**, v. 21(542), p.790-791, 1905.
- GILL, T. The Whale-Shark (*Rhinodon typicus*) As an American Fish. **Science, New Series**, v.15(386), p.824-826, 1902.
- GODLEY, B.J.; RICHARDSON, S.; BRODERICK, A.C.; COYNE, M. S.; GLEN, F.; HAYS, G.C. Long-term satellite telemetry of the movements and habitat utilisation by green turtles in the Mediterranean. **Ecography** v.25, p.352-362, 2002.
- GRAHAM, R.T. Global whale shark tourism: a “golden goose” of sustainable and lucrative income. **Shark News** v.16, p.8-9, 2004.
- GRAHAM, R.T.; ROBERTS, C.M. Assessing the size and structure of a seasonal population of whale sharks (*Rhincodon typus* Smith 1828) using conventional tagging and photo identification. **Fisheries Research** v.84, p.71-80, 2007.
- GRAVES, J.E.; LUCKHURST, B.E.; PRINCE, E. D. An evaluation of pop-up satellite tags for estimating postrelease survival of blue marlin. **U.S. National Marine Fisheries Service Fishery Bulletin** v.100, p.134-142, 2002.
- GREEN, J.A.; WILSON, R.P.; BOYD, I.L.; WOAKES, A.J.; GREEN, C.J.; BUTLER, P.J.; JONATHAN, A.; WILSON, R.P.; BOYD, I.L.; WOAKES, A.J.; GREEN, C.J.; BUTLER, P.J. Tracking macaroni penguins during long foraging trips using 'behavioural geolocation'. **Polar Biology**, v.32(4), p.645-53, 2009.
- GUDGER, E.W. A Fourth Capture in Florida Waters of the Whale Shark **Science, New Series**, v. 58(1497), p.180-181, 1923.
- GUDGER, E.W. A Second Capture of the Whale Shark, *Rhineodon typus*, in Florida Waters. **Science, New Series**, v.38(973), p. 270, 1913.
- GUDGER, E.W. A third capture on the Florida coast of the whale shark, *Rhineodon typus*. **Science**, v.52(1339), p.191-192, 1920.
- GUDGER, E.W. Natural history of the whale shark, *Rhineodon typus*, Smith. **Zoologica** v.1, p.345-389, 1915.
- GUDGER, E.W. Oviparity—the mode of reproduction on the whale shark *Rhineodon typus*. **Copeia**, p.266-267, 1952.
- GUDGER, E.W. The feeding organs of the whale shark, *Rhincodon typus*. **J. Morph.** v.68, p.81-99, 1941b.

- GUDGER, E.W. The food and feeding habits of the whale shark (*Rhineodon typus*). **J. Elisha Mitchell Sci. Soc.** v.57, p.57–72, 1941a.
- GUDGER, E.W. The fourth Florida whale shark, *Rhineodon typus*, and the American museum model based on it. **Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.** v.61, p.613-637, 1931.
- GUDGER, E.W. The fourth record of occurrence in the Atlantic ocean of the whale-shark, *Rhincodon typus*. **Science**, v.56, p.251-252, 1922.
- GUDGER, E.W. The geographic distribution of the whale shark *Rhineodon typus*. **Proc. Zool. Soc. London** v.4, p.863–893, 1934.
- GUDGER, E.W. The whale shark in the Caribbean Sea and the Gulf of Mexico: 1939. **Sci. Month**, v.48, p.261–264, 1939.
- GUDGER, E.W. What ultimately terminates the life span of the whale shark, *Rhineodon typus*? **J. Bombay Nat. Hist. Soc.** 51:879-884, 1953.
- GUDGER, E.W.; HOFFMANN, W. H. The Second Capture of the Whale Shark, *Rhineodon typus*, near Havana Harbor, Cuba. **Science, New Series**, v.71(1851) p.639-640, 1930.
- GUDGER, E.W.; HOFFMANN, W. H. The Whale Shark off Havana Harbor. **The Scientific Monthly**, v.32(1)p.33-36, 1931
- GUNN, J.S.; STEVENS, J.D.; DAVIS, T.L.O.; NORMAN, B.M. Observations on the short-term movements and behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo reef, Western Australia. **Mar. Biol.** V.135, p.553–559, 1999.
- HAYS, G.C.; KESSON, S.A.; GODLEY, B.J.; LUSCHI, P.; SANTIDRIAN, P. The implications of location accuracy for the interpretation of satellite-tracking data. **Behavior**, v. 61, p.1035–1040, 2001.
- HAZIN, F.H.V.; VASKE-JÚNIOR, T.; OLIVEIRA, P.G.; MACENA, B.C.L.; CARVALHO, F. Occurrences of whale shark (*Rhincodon typus* Smith, 1828) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.68(2), p.385-389, 2008.
- HERRE, A.W.C.T. The Whale Shark in the Philippines. **The Scientific Monthly**, v.55(2), p.151-158, 1942.
- HERRE, A.W.C.T. The Whale Shark on the Coast of Borneo **Science, New Series**, v.75(1946), p. 413, 1932.
- HEYMAN, W.D.; GRAHAM, R.T.; KJERFVE, B.; JOHANNES, R.E. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v.215, p.275–282, 2001.
- HILL, R.D.; BRAUN, M.J. Geolocation by light-level, the next step: latitude. p.315-323, 2001. In: **Electronic tagging and tracking in marine fisheries**. SIBERT, J.; NIELSEN, J.L. (eds) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2001, 468p.
- HOFFMAN, W; FRITTS, T.H. Whale sharks associated with fish schools off south Texas. **Northeast Gulf Sci**, v.5, p.55–57, 1981.
- HOLMBERG, J.; NORMAN, B.; ARZOUMANIAN, Z. Estimating population size, structure, and residency time for whale sharks *Rhincodon typus* through collaborative photoidentification. **Endang Species Res** v.7, p.39–53, 2009.

- HOLMBERG, J.; NORMAN, B.; ARZOUMANIAN, Z. Robust, comparable population metrics through collaborative photo monitoring of whale sharks *Rhincodon typus*. **Ecol Appl** v.18, p.222–233, 2008
- HOSTIM-SILVA, M.; FONTES, J.; AFONSO, P.; SERPA, N.; SAZIMA, C; BARREIROS, J P; SAZIMA, I. Plataformas de Petróleo: Pontos de encontro de peixes em alto-mar. **Ciência Hoje**, v.31(183), p.20-26, 2002.
- HSU, H.; JOUNG, S.J.; LIAO, Y.Y.; LIU, K.M. Satellite tracking of juvenile whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Northwestern Pacific, **Fish. Res.** v.84, p.25–31, 2007.
- HUETER, R; TYMINSKI, R.; DE LA PARRA, R. Deep Diving and Distant Travels: Vertical and Horizontal Movements of Whale Sharks (*Rhincodon typus*) Tagged off Quintana Roo, Mexico. American Elasmobranch Society Annual Meeting, 24, 2008. **Anais**. Montreal, CAN, 2008.
- IWASAKI, Y. On the distribution and environment of the whale shark, *Rhincodon typus*, in skipjack fishing grounds in the western Pacific Ocean. **Journal of the College of Marine Science and Technology**, Tokai University, v.4, p.37–51, 1970. (em japonês, com resumo e legendas em inglês).
- JOUNG, S.J.; CHEN, C.T.; CLARK, E.; UCHIDA, S; HUANG, W.Y.P. The whale shark, *Rhincodon typus*, is a livebearer—300 embryos found in one ‘megamamma ’ supreme. **Environmental Biology of Fishes**, v.46, p.219–223, 1996.
- KERSTETTER, D.W.; GRAVES, J.E. Postrelease Survival of Sailfish Caught by Commercial Pelagic Longline Gear in the Southern Gulf of Mexico. North American **Journal of Fisheries Management** v.28, p.1578-1586, 2008.
- KERSTETTER, D.W.; LUCKHURST, B.E.; PRINCE, E.D.; GRAVES, J.E. Use of pop-up satellite archival tags to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. **Fish Bull**, v.101, p.939–948, 2003.
- KUMARI, B.; MINI, R. Whale shark habitat assessments in the northeastern Arabian Sea using satellite remote sensing. **International Journal of Remote Sensing**, 31(2):379-389, 2010.
- LAM, C.H.; NIELSEN, A.; SIBERT, J.R. Improving light and temperature based geolocation by unscented Kalman filtering. **Fish Res**, v.91, p.15–25, 2008.
- LANGTIMM, C.A.; KROHN. M.D.; REID. J.P.; STITH. B.M.; BECK. C. A.Possible effects of the 2004 and 2005 Hurricanes on Manatee Survival Rates and Movement. **Estuaries and Coasts**. v.29(6A)p.1026-1032, 2006.
- LENTFER, J.W.; DEMASTER. D. Satellite radio tracking of polar bears. In C. Cote, R. Taylor, and E. Gilbert, eds. **Nimbus-6 random access measurement system applications experiments**. NASA SP-457, Washington, D.C. p.52-53, 1982.
- LESSA, R.P.; MAFALDA-JR, P; ADVÍNCULA, R; LUCCHESI, R.B.; BEZERRA-JR, J.L.; VASKE-JR, T. & HELLEBRANDT, D. Distribution and abundance of ichthyoneuston at seamounts and islandês off North-Eastern Brazil. **Arch. Fish. Mar. Res.** v.47(2/3), p239-252, 1999.
- LUBBOCK, R.; EDWARDS, A.J. The fishes of Saint Paul’s Rocks. **J. Fish. Biol**, v.18, p.135–157, 1981.

- MABESSOONE, J. M.; COUTINHO, P. N. Littoral and shallow marine geology of northern and northeastern Brazil. **Trabalhos oceanográficos**. Universidade Federal de Pernambuco, v.12, p.1-214, 1970.
- MACENA, B.C.L.; CARVALHO, F.C.; HAZIN, F.H.V.; OLIVEIRA, P.G.V. Observação preliminar da ocorrência do tubarão-baleia (*Rhincodon typus*, Smith, 1828), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo In: Jornada de Ensino Pesquisa e Extensão da UFRPE, IV, 2004. **Anais**. Recife/PE, 2004. Cd-rom
- MACENA, B.C.L.; CARVALHO, F.C.; VASKE-JR, T.; HAZIN, F.H.V.; OLIVEIRA, P.G.V. Novas ocorrências do tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Rhincodontidae), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. In: Workshop Internacional sobre Ataques de Tubarão, 3, e Encontro da Biologia de Elasmobrânquios, 1, 2005. **Anais**. Recife-PE, 2005. Cd-rom
- MACENA, B.C.L.; HAZIN, F.H.V.; VASKE-JR, T.; OLIVEIRA, P.G.V.; CARVALHO, F. Distribuição e comportamento do tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Smith, 1828), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. In: Congresso Nordestino de Ecologia, 11, 2006. **Anais**. Recife/PE, 2006. Cd-rom.
- MACENA, B.C.L.; HAZIN, F.H.V.; VASKE-JR, T.; OLIVEIRA, P.G.V.; CARVALHO, F.C. Observações do comportamento do tubarão-baleia (*Rhincodon typus* smith, 1828) no arquipélago de São Pedro e São Paulo, BRASIL, 2007. In: Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII COLACMAR, 12, 2007. **Anais**. Florianópolis/SC. 2007. Cd-rom.
- MACENA, B.C.L.; CARVALHO, F.C.; HAZIN, F.H.V.; OLIVEIRA, P.G.V. Ecologia do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 3, e Encontro Ibero-americano de Ciências do Mar, 2, 2008. **Anais**. Fortaleza/CE, 2008. Cd-rom.
- MACENA, B.C.L.; HAZIN, F.H.V. Deslocamento vertical do tubarão-baleia no Atlântico Equatorial. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 4, 2010. **Anais**. Rio Grande/RS, 2010. Cd-rom.
- MACHADO, J. F.; AGUIAR, A. Registros de ocorrência de *Rhincodon typus* (Smith, 1828) (Chondrichthyes), nos últimos 13 anos no Arquipélago de Fernando de Noronha, PE. In: Reunião da SBEEL, 6, 2008, **Anais**. Fortaleza/CE. Cd-rom.
- MARTIN, R.A. A review of the behavioural ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*). **Fisheries Research** v.84, p.10–16, 2007.
- MAUNDER, M.N.; SIBERT, J.R.; FONTENEAU, A.; HAMPTON, J.; KLEIBER, P.; HARLEY, S.J.; Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. **ICES Journal of Marine Science** v.63. p.373-1385, 2006.
- MCMAHON, C.R.; HAYS, G.C. Thermal niche, large-scale movements and implications of climate change for a critically endangered marine vertebrate. **Global Change Biology** v.12, p.1330–1338, 2006.
- MEEKAN, M.G.; BRADSHAW, C.J.A.; PRESS, M.; MCLEAN, C.; RICHARDS, A.; QUASNICHKA, S.; TAYLOR, J.G. Population size and structure of whale sharks *Rhincodon typus* at Ningaloo Reef, Western Australia. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v.319, p.275–285, 2006.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE– MMA. Instrução Normativa No. 5, de 21 de maio de 2004, anexo I. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE– MMA. **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO)** – Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil. 1999. Brasília, DF. 154p, 1999.
- MOLINARI, R.L. Observation of near surface currents and temperature in the central and western tropical Atlantic Ocean, **Journal of Geophysical Research**, v.88, p.4433-4438, 1983.
- MOLINARI, R.L.; GARZOLI, S.L.; KATZ, E.J.; HARRISON, D.E.; RICHARDSON, P.L.; REVERDIN, G. A synthesis of the First GARP Global Experiment (FGGE) in the equatorial Atlantic Ocean. **Progress in Oceanography** v.16, p.91-112, 1986.
- MOSBECH, A.; DANØ, R.S.; MERKEL, F.; SONNE, C.; GILCHRIST, G.; FLAGSTAD, A. Use of satellite telemetry to locate key habitats for King Eiders *Somateria spectabilis* in West Greenland. p.769-776, 2006. In: **Waterbirds around the world**. Eds. BOERE, G.C.; GALBRAITH, C.A.; STROUD, D.A. The Stationery Office, Edinburgh, UK, 2006.
- MUSYL, M.K.; BRILL, R.W.; CURRAN, D.S.; GUNN, J.S.; HARTOG, J.R.; HILL, R.D.; WELCH, D.W.; EVESON, J.P.; BOGGS, C.H.; BRAINARD, R.E. Ability of archival tags to provide estimates of geographical position based on light intensity. p 343–367, 2001. In: **Electronic tagging and tracking in marine fisheries**. SIBERT, J.R.; NIELSEN, J.L. (eds). Kluwer, Dordrecht, 2001, 468p.
- NELSON, D.R. Telemetry studies of sharks: a Review, with applications in resource management. In: **Elasmobranchs as living resources: advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the status of the fisheries**. H. L. Pratt, S. H. Gruber and T. Taniuchi, NOAA Technical Report NMFS v.90, p.239-256, 1990.
- NELSON, J.D.; ECKERT, S.A.; Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de los Angeles, Baja California Norte, México. **Fish. Res.** v.84, p.47–64, 2007.
- NIELSEN, J.A.; BIGELOW, K.A.; MUSYL, M.K.; SIBERT, J.R. Improving light-based geolocation by including sea surface temperature. **Fisheries Oceanography**, v.5, p.314-325, 2006.
- NIELSEN, J.L.; ARRIZABALAGA, H.; FRAGOSO, N.; HOBDAV, A.; LUTCAVAGE, M.; SIBERT, J. (Eds.) **Tagging and Tracking of Marine Animals with Electronic Devices** Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries. Kluwer, Dordrecht, v.9, 2009, 400 p.
- NORMAN, B. *Rhincodon typus*. In: IUCN 2009. **IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2009.2, 2005. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 25/01/2010.
- NORMAN, B.; CATLIN, J. **Economic importance of conserving whale sharks**. Report for the International Fund for Animal Welfare (IFAW), Australia, 2007, 18p.
- OLIVEIRA, G.M.; EVANGELISTA, J.E.V.; FERREIRA, B.P. Biologia e pesca no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. **Boletim Técnico Científico**, v-5, CEPEN/IBAMA, Tamandaré, Pernambuco. 1997, 16p.

- PAI, M.V.; NANDAKUMAR, G.; TELANG, K.Y. On a whale shark, *Rhineodon typus* Smith landed at Karwar, Karnataka. **Indian Journal of Fisheries** v.30, p.157–160, 1983.
- PETERSON R.G.; STRAMMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. **Progress in Oceanography**, v.26, p.1-73, 1991.
- PHILANDER, S.G.H. Upwelling in the Gulf of Guinea. **Journal of Marine Research**, v.37, p.23-33, 1979.
- POLOVINA, J.J.; BALAZS, G.H.; HOWELL E.A.; PARKER, D.M.; SEKI, M.P.; DUTTON, P.H. Forage and migration habitat of loggerhead (*Caretta caretta*) and olive ridley (*Lepidochelys olivacea*) sea turtles in the central North Pacific Ocean. **Fisheries Oceanography**, v.13, p.36-51, 2004.
- PRADO-GASCA, S.K.; RODRÍGUEZ-DOWDELL, N.; CÁRDENAS-TORRES, N.; GODÍNEZ-REYES, C.; PÉREZ, J.; ZAVALA-GONZÁLEZ, A.; ENRIQUEZ-ANDRADE, R.; CARRILLO, L.; CAMACHO, A.; MILLER, P.S. (eds.). **Taller para el análisis de la viabilidad de la población y el hábitat del tiburón ballena (*Rhincodon typus*), estrategias para su conservación y aprovechamiento sustentable en México**. Reporte Final. IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN, USA, 2005.
- PRAVIN, P. Whale shark in the Indian coast – need for conservation. **Curr Sci**, v.79, p.310-315, 2000.
- PRIEDE, I.G. A basking shark tracked by satellite together with simultaneous remote sensing. **Fish. Res.** v.2, p.201-216, 1984.
- QUIROS, A.L. Tourist compliance to a Code of Conduct and the resulting effects on whale shark (*Rhincodon typus*) behavior in Donsol, Philippines. **Fish. Res.** v.84, p.102–108, 2007.
- QUIROS, A.L. Whale shark “ecotourism” in the Philippines and Belize: evaluating conservation and community benefits. **Trop. Res. Bull.**v. 24, p.42–48, 2005.
- RANGEL, C.E. Novo registro de ocorrência de tubarão baleia, *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhiniodontidae), no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. **Bol. da SBEEL**. V.3, p.3, 1998.
- REID, G.R.; External Morphology of an Embryo Whale Shark, *Rhincodon typus* Smith **Copeia**, (2), p.157-158, 1957.
- RICHARDSON, P.L. MCKEE, T.K. Average Seasonal Variation of the Atlantic Equatorial Currents from Historical Ship Drifts. **Journal of Physical Oceanography**, 14, 1226-1238, 1984.
- RILEY, M.J.; HALE, M.S.; HARMAN, A.; REES, R.G. Analysis of whale shark *Rhincodon typus* aggregations near South Ari Atoll, Maldives Archipelago. **Aquat Biol.** v.8: 145–150, 2010.
- RODRIGUEZ-DOWDELL, N.; ENRIQUEZ-ANDRADE, R.; CARDENAS-TORRES, N. Property rights based management: Whale shark ecotourism in Bahia de los Angeles, Mexico. **Fisheries Research**, v.84(1), p.119-127, 2007.
- ROWAT, D.; GORE, M. Regional scale horizontal and local scale vertical movements of whale sharks in the Indian Ocean off Seychelles. **Fisheries Research** v.84, p.32–40, 2007.

- ROWAT, D.; SPEED, C.W.; MEEKAN, M.G.; GORE, M.A.; BRADSHAW, C.J.A. Population abundance and apparent survival of the vulnerable whale shark *Rhincodon typus* in the Seychelles aggregation. **Oryx**, v.43, p.591–598, 2009.
- SADOWSKY, V.; AMORIM, A. F.; ARFELLI, C. A.; FERREIRA, L. A. Primeiro registro de ocorrência de tubarão-baleia, *Rhincodon typus*, no litoral paulista. In: Reunião Anual-SBPC, 38, 1986. **Anais. Suplemento de Ciência e Cultura**, Curitiba/PR. (7), p.778, 1986.
- SATYANARAYANA-RAO, K. On the capture of whale sharks off Dakshina Kannada coast. **Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Series**, v.66, p.22–29, 1986.
- SLEEMAN, J.C.; MEEKAN, M.G.; FITZPATRICK, B.M.; STEINBERG, C.C.; ANCEL, R.; BRADSHAW, C.J.A. Oceanographic and atmospheric processes influence the abundance of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** v.382, p.77-81, 2010.
- SMITH, H.M. A Whale Shark (Rhineodon) in the Gulf of Siam. **Science, New Series**, v.62, (1611), p.438, 1925.
- SOTO, J.M. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. I – Sharks. **Mare Magnum**, v.1(1), p.51-120, 2001a.
- SOTO, J.M.R. Peixes do Arquipélago Fernando de Noronha. **Mare Magnum**, v.1(2), p.147-169, 2001b.
- SOTO, J.M.R.; NISA-CASTRO-NETO, W. Sobre a presença do tubarão-baleia *Rhincodon typus* Smith, 1829 (Chondrichthyes, Rhincodontidae) na costa brasileira. **Biociências**, v.8(2), p.137-152, 2000.
- SOUZA, J.E.B. Arquipélago de São Pedro e São Paulo- Oportunidades e desafios. **Passadiço. Marinha do Brasil**. v.1, p.68-72, 2007.
- SPEED, C.W.; MEEKAN, M.G.; BRADSHAW, C.J.A. Spot the match—wildlife photo-identification using information theory. **Frontiers in Zoology**, v.4(2), 2007, 11p.
- SPEED, C.W.; MEEKAN, M.G.; ROWAT, D.; PIERCE, S.; MARSHALL, A.D.; BRADSHAW, C.J.A. Scarring patterns and relative mortality rates of Indian Ocean whale sharks. **J Fish Biol**, v.72, p.488–503, 2008.
- 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. **Journal of Marine Science**, v.57, p.476–494, 2000.
- STEVICK, P.T.; PALSBOLL, P.J, SMITH, T.D.; BRAVINGTON, M.V.; HAMMOND, P. Errors in identification using natural markings: rates, sources, and effects on capture-recapture estimates of abundance. **Can J Fish Aquat Sci**, v.58, p.1861-1870, 2001.
- STEWART, B.S.; WILSON, S.G. Threatened Fishes of the World: *Rhincodon typus* (Smith 1828) (Rhincodontidae). **Environmental Biology of Fishes**, v.74(2), p.184-185, 2005.
- STRAMMA, L.; SCHOTT, F. The mean flow of the tropical Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research, Part II**, v.46 p.279-303. 1999.

- TAILLADE, M. Animal tracking by satellite. In: I.G. Priede and S.M Swift, Editors, **Wildlife telemetry. Remote monitoring and tracking of animals**, Ellis Horwood, Chichester, pp. 149–160, 1992, 500p.
- TAYLOR, J.G. Seasonal occurrence, distribution and movements of the whale shark, *Rhincodon typus*, at Ningaloo Reef, Western Australia. **Marine and Freshwater Research**, v.47(4), p.637 – 642, 1996.
- TAYLOR, J.G. **Whale sharks: the giants of Ningaloo Reef**. Angus & Robertson, Sydney. 1994. 176 p.
- TAYLOR, J.G.; PEARCE, A.F. Ningaloo Reef currents: implications for coral spawn dispersal, zooplankton and whale shark abundance. **J.R. Soc. West. Aust.** v. 82, p.57–65, 1999.
- TAYLOR, L.R.; COMPAGNO, L.J.V.; STRUHSACKER, P.J. Megamouth -a new species, genus, and family of lamnoid shark (*Megachasma pelagios*, Family Megachasmidae) from the Hawaiian Islands. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v.43, p.87-110, 1983.
- THEBERGE, M.M.; DEARDEN. P. Detecting a decline in whale shark *Rhincodon typus* sightings in the Andaman Sea, Thailand, using ecotourist operator-collected data. **Oryx** v.40(03), p.337–342, 2006.
- THOMPSON, G. St. Peter and St. Paul's rocks (Equatorial Atlantic) and the surrounding sea floor. Woods Hole Oceanog. **Inst. Tech. Rept.** WHOI-81-98, 1981.
- TRAVASSOS, P.E.P.F.; HAZIN, F.H.V.; SCHOBBER, J.; ZAGAGLIA, J.R.; ADVINCULA, R. Thermohaline structure around seamounts and islands of northeast Brazil. **Archive Of Fishery And Marine Research, Stuttgart**, v. 47(2/3), p.211-222, 1999.
- TURNBULL, S.D.; RANDELL, J.E. Rare Occurrence of a *Rhincodon typus* (Whale Shark) in the Bay of Fundy, **Canada Northeastern Naturalist**, v.13(1), p.57-58, 2006.
- VAN TIENHOVEN, A.M.; DEN HARTOG, J.E.; REIJNS, R.A.; PEDDEMORS, V.M. A computer-aided program for pattern-matching natural marks on the spotted raggedtooth shark *Carcharias taurus* (Rafinesque, 1810). **J Appl Ecol**, v.44, p.273–280, 2007.
- VASKE-JR, T.; CARVALHO. F.C.;HAZIN, F.H.V.;OLIVEIRA, P.G.V.; MACENA, B.C.L. Occurrence of whale shark (*Rhincodon typus* smith, 1828) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2, 2005. **Anais**. Vitória/ES, 2005b. cd-rom.
- VASKE-JR, T; VOOREN, C.M.; LESSA, R.P. Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago. **B. Int. Pesca**, v.29(1), p.173-181, 2003.
- VASKE-JR., T.; LESSA, R.P.; NÓBREGA, M.F.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S.; SANTANA, F.M.; BEZERRA-JR., J.L. A checklist of fishes from Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. **J. Applied Ichthyology**, v.21(1), p.75-79, 2005a.
- VASKE-JÚNIOR, T.; HAZIN, F.H.V.; LESSA, R.P. Pesca e hábitos alimentares do peixe-rei, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) (Pisces: Carangidae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. **Arq. Ciên. Mar**, v.39, p.61-65, 2006.

- VIANA, D. L.; HAZIN, F. H. V.; NUNES, D. M.; CARVALHO, F. C.; VÉRAS, D. P.; TRAVASSOS, P. Wahoo *Acanthocybium solandri* fishery in the vicinity of Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil, from 1998 to 2006. **Collective Volume of Scientific Papers**. International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. V.62(5), p.1662-1670, 2008.
- VINCENT, C.; MCCONNELL, B.; RIDOUX, V.; FEDAK, M. Assessment of Argos location accuracy from satellite tags deployed on captive gray seals. **Mar Mamm Sci** v.18, p.156–166, 2002.
- WEARMOUTH, V.J.; SIMS, D.W. Movement and behaviour patterns of the critically endangered common skate *Dipturus batis* revealed by electronic tagging, **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.380(1-2), p.77-87, 2009.
- WILSON, R.P.; DUCAMP, J.J.; REES, G.W.; CULIK, B.M.; NIEKAMP, K. Estimation of location: global coverage using light intensity. In: **Wildlife telemetry: remote monitoring and tracking of animals**. PRIEDE, I.G.; SWIFT, S.M. (eds).Ellis Horwood, London, p 131–134, 1992.
- WILSON, S. G.; TAYLOR, J. G.; PEARCE, A. F. The seasonal aggregation of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia: currents, migrations and the El Niño/Southern Oscillation. **Environmental Biology of Fishes** v.61, p.1–11, 2001.
- WILSON, S.G.; POLOVINA, J.J.; STEWART, B.S.; MEEKAN, M.G. Movements of whale sharks (*Rhincodon typus*), tagged at Ningaloo Reef, Western Australia. **Marine Biology**, v.148, p.1157-1166, 2006.
- WILSON, S.G.; STEWART, B.S.; POLOVINA, J. J.; MEEKAN, M.G.; STEVENS, J.D.; GALUARDI, B. Accuracy and precision of archival tag data: a multiple-tagging study conducted on a whale shark (*Rhincodon typus*) in the Indian Ocean. Fisheries **Oceanography** v.16, p.547–554, 2007.
- WOLFSON, F.H. Occurrences of the whale shark *Rhincodon typus* Smith. In: **Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes**. UYENO, T.; ARAI, R.; TANIUCHI, T., MATSUURA, K. (Eds.). Ichthyological Society of Japan, Tokyo, pp. 208–226, 1986.
- WOLFSON, F.H.; NOTARBARTOLO DI SCIARA, G. The whale shark, *Rhincodon typus* Smith 1828: an annotated bibliography. **Atti. Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Milano**, v.122, p.171–203, 1981.

5. Artigos Científicos

5.1. Artigo científico I

Sazonalidade, abundância e aspectos da estrutura populacional do tubarão-baleia, *Rhincodon typus*, no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.

Bruno C.L. Macena^{1,2} e Fábio H.V. Hazin²

¹PPG- Recursos Pesqueiro e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE. CEP 52171-900.

²Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Departamento de Pesca e Aquicultura, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE. CEP 52171-900.

com 5 figuras

Abstract

The Saint Peter and Saint Paul Archipelago is an important whale shark observation ground in Atlantic ocean and the only place in Brazil where is possible to record with high frequency. Through surface and sub aquatic observation and photo-identification seasonality, distribution, and population structure parameters of whale sharks was analyzed between 2000 and 2009 with mean annual record equal to 10.8. The majority of sightings were in the first semester of the year mainly in February, March, and June with mean size of 7.4 ± 2.4 m. The photographic records do not demonstrate inter-annual occurrence among the 11 specimens catalogued. Between 2004 and 2009 the relative abundance was equal to 0.14 only for the peak period (January to June). It is assumed that whale sharks use ASPSP as a transit point on their migration route, since there are few resightings of the same individual during the year or inter-annually. Studies using satellite transmitters will help to elucidate the migratory movements of whale sharks from ASPSP.

Key-words: Equatorial Atlantic, population structure, photo-identification.

Resumo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo é um importante local de observação de tubarões-baleia no oceano Atlântico e o único lugar no Brasil onde é possível observar tubarões-baleia com frequência elevada. Através de observações de superfície e subaquáticas e foto-identificação, foram analisados a sazonalidade, distribuição e parâmetros da estrutura populacional dos tubarões-baleia entre os anos de 2000 e 2009, sendo registradas em média 10,8 ocorrências anuais. As observações ocorreram em sua maioria no primeiro semestre do ano, principalmente em fevereiro, março e junho com os tubarões-baleia apresentando comprimento médio de $7,4 \pm 2,4$ m. Os registros fotográficos não indicaram nenhuma ocorrência inter-anual, sendo os onze espécimes catalogados novos indivíduos. Entre 2004 e 2009 a abundância relativa foi igual a 0,14 apenas para o período de pico (janeiro a junho). Pressupõe-se que os tubarões-baleia utilizam o ASPSP como um ponto de passagem em sua rota migratória, uma vez que existem poucas reavistagens de um mesmo indivíduo ao longo do ano ou inter-anualmente. Estudos com a utilização de transmissores monitorados por satélite poderão auxiliar na elucidação dos movimentos migratórios do tubarão-baleia a partir do ASPSP.

Palavras-chave: Atlântico Equatorial, estrutura da população, foto-identificação.

¹ Autor correspondente: brunomacena@hotmail.com.

Introdução

O tubarão-baleia *Rhincodon typus* (Smith, 1828) é uma espécie pelágica e migratória, que se distribui amplamente em todos os oceanos tropicais e subtropicais (Compagno, 2001). Apesar de possuir distribuição mundial, ocorrências de tubarão-baleia, de modo geral, são esporádicas e imprevisíveis, fato que pode estar associado ao limitado conhecimento de sua etologia (Colman, 1997). Entretanto, recentemente, em diversos locais do mundo tubarões-baleia estão sendo estudados, de forma que diversos aspectos de sua ecologia e biologia estão sendo melhor conhecidos (*i.e.* Fisheries Research, 84, 2007). Estudos sobre a migração do tubarão-baleia sugerem que seus movimentos estão fortemente relacionados com fenômenos oceanográficos e atmosféricos (Sleeman *et al.*, 2010), como temperatura (Iwasaki, 1970; Duffy, 2002), relevo submarino (Eckert e Stewart, 2001) e direção da corrente geostrófica (Rowat e Gore, 2007), assim como regiões de encontro de correntes marinhas (Taylor e Pearce, 1999; Eckert e Stewart, *loc. cit.*), onde são propícias as condições para a intensificação da produtividade primária e onde costuma ocorrer, conseqüentemente, agregações sazonais de tubarões-baleia (Taylor, 1996; Heyman *et al.*, 2001; Nelson e Eckert, 2007).

No Brasil, o tubarão-baleia distribui-se por quase toda a extensão da costa, desde o Ceará até o Rio Grande do Sul e em regiões oceânicas como o Atol das Rocas e os arquipélagos de Fernando de Noronha e São Pedro e São Paulo (ASPSP; Soto e Nisa-Castro-Neto, 2000). Todavia, o conhecimento sobre a espécie limita-se apenas a registros de ocorrências e capturas incidentais, salvo por Hazin *et al.* (2008) que descreveram a sazonalidade da ocorrência e aspectos da população de tubarão-baleia que frequenta o ASPSP. Dando continuidade ao estudo previamente realizado (Hazin *et al.*, 2008), o presente trabalho teve como objetivo aportar informações adicionais sobre a variação sazonal de ocorrência de tubarões-baleia nas imediações do ASPSP, descrevendo a estrutura da população e o comportamento dos animais observados. A expectativa é de que os dados gerados possam conduzir a um melhor entendimento da importância dos ecossistemas insulares oceânicos no ciclo de vida da espécie, contribuindo, assim, para a sua conservação.

Material e Métodos

Os dados examinados no presente trabalho foram obtidos entre fevereiro de 2000 e junho de 2009, a partir de registros de avistagens, além de entrevistas e informações fornecidas por pescadores e pesquisadores que utilizam regularmente a estação científica localizada no Arquipélago de São Pedro e São Paulo- ASPSP. O ASPSP, formado por um conjunto de ilhas rochosas resultantes de um afloramento de uma falha transformante da dorsal meso-Atlântica, localiza-se próximo à linha do Equador (00°55'02''N, 029°20'42''W), distando cerca de 1.000 km da costa brasileira e 1.900 km de Serra Leoa, África. O comprimento total (CT) dos animais observados foi estimado comparando-se o tamanho do tubarão com o do mergulhador ou da embarcação ou medindo com uma fita métrica, quando possível. Sempre que houve oportunidade registrou-se o sexo dos espécimes observados durante o mergulho. As buscas foram realizadas de dois modos: 1) por censo visual/ tempo de imersão, por meio de mergulho livre e/ ou autônomo; e 2) por chamada, pelos pescadores, via rádio quando o tubarão-baleia emergia próximo às embarcações amarradas no entorno do ASPSP.

Devido ao reduzido número de indivíduos avistados pelo censo visual (n=6), particularmente quando comparado com as ocorrências por chamado via rádio (n= 102), não foi possível calcular a quantidade de indivíduos registrados por tempo de observação. Assim, o índice de abundância relativa utilizado no estudo da ocorrência do tubarão-baleia foi a OPUE (observação por unidade de esforço), em termos do número de indivíduos observados por expedição ou 15 dias, que equivale a uma expedição, durante a temporada de pico de avistagem (*i.e.*, primeiro semestre do ano), entre os anos de 2004 e 2009. Considerando-se que não foi possível registrar o verdadeiro esforço de observação empregado, já que o mesmo não se estendeu ininterruptamente ao longo dos 15 dias de expedição, optou-se por se utilizar a OPUE assim definida como um índice de referência de abundância relativa, apesar de suas limitações intrínsecas (Andrade, 1999; Maunder *et al.*, 2006), uma vez que o mesmo não deixa de ser um indicativo importante da frequência de ocorrência da espécie no Arquipélago. Cabe ressaltar, porém, que a utilização da OPUE assim definida como índice de abundância relativa tende a sobre*stimar a real abundância da espécie (Hilborn e Walters, 1992; Andrade, *loc. cit.*; Maunder *et al.*, 2006), uma vez que retrata apenas a observação (captura) realizada. Além disso, embora o banco de dados tenha sido corrigido para não incluir

reavistagens, é possível que um mesmo tubarão tenha sido registrado em dias subsequentes (*i.e.*, indivíduos não identificados).

Além dos registros de ocorrência, por meio do mergulho autônomo e/ ou livre, foram realizadas coberturas fotográficas e videográficas dos animais avistados para avaliação de comportamento e criação de um banco de imagens visando à individualização dos tubarões-baleia e o estudo de sua dinâmica populacional nas imediações do ASPSP, por meio de marcas naturais, sejam elas cicatrizes, deformações ou diferentes padrões de manchas e listras (Arzoumanian *et al.*, 2005; Graham e Roberts, 2007; Holmberg *et al.*, 2008, 2009; Rowat *et al.*, 2009). Para catalogação e comparação das imagens, foi utilizado um programa semi-automático desenvolvido para a identificação do tubarão-mangona (*Carcharias taurus* Rafinesque, 1810) I³S (*Interactive Individual Identification System* v. 2.0; Van Thienhoven *et al.*, 2007), que se mostrou igualmente eficiente para a identificação também de tubarões-baleia (Speed *et al.*, 2007).

Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (canto inferior esquerdo) e distribuição das ocorrências (+) nas bóias B1, B2 e B3 situadas a oeste, sul e leste, respectivamente. A linha pontilhada representa divisão de área determinada para cada bóia.

Resultados

Entre 2000 e 2009 um total de 121 tubarões-baleia foram observados no entorno do ASPSP, distribuídos nas bóias B1 (n= 78; 64,4%), localizada no lado oeste do ASPSP, B2 (n= 26; 21,5%) ao sul, e B3, ao leste, com apenas quatro registros (3,3%; Fig. 1). Em 13 (10,7%) ocasiões o local específico da avistagem não foi apontado. Somente 13 (10,7%) reavistagens foram registradas, sendo todas ao longo de um mesmo dia. Os tubarões-baleia observados, excluindo-se as reavistagens, possuíam CT médio \pm d.p. igual a $7,4 \pm 2,4$ m, variando entre 1,8 e 14,0 m (n=100; Fig. 2 e Tabela I). Em apenas oito registros não foi possível se estimar o tamanho do animal avistado. Em apenas quatro ocasiões foram registrados comportamentos tróficos, sendo duas durante o dia e o restante à noite. Percebe-se que existe um ligeiro aumento no comprimento estimado dos tubarões ao avançar do primeiro semestre (Fig. 3)

Foram incluídos ao banco de imagens para foto-identificação 11 (10,2%) tubarões-baleia, fotografados ou filmados, entre os quais sete fêmeas, três com sexo não identificado e apenas um macho. Não houve emparelhamento de nenhum tubarão

identificado, ou seja, todos os espécimes foram indivíduos novos (distintos). A maioria dos tubarões-baleia não foram observados em associação conspecífica (88,9%). Grupos de tubarão-baleia foram observados em seis ocasiões, em cinco das quais havia apenas dois indivíduos, com três animais tendo sido observados em apenas uma oportunidade. Nestes encontros, os tamanhos estimados dos tubarões foram assimétricos, com a diferença entre os comprimentos variando entre 3 e 7 m (intervalo= 3 a 10 m). Por terem sido registros de superfície, realizados a bordo da embarcação, não foi possível determinar o sexo nestes encontros. Durante todo o período de estudo, o sexo dos tubarões-baleia foi determinado em apenas 16 registros (14%), entre os quais 12 (75%) eram fêmeas, com CT entre 7 e 9 m (média= $8,37 \pm 0,76$), e 4 eram machos, em sua maioria, imaturos (< 5 m, $n= 3$), com apenas um indivíduo medindo 12 m.

Embora o tubarão-baleia tenha sido observado durante todo o ano no ASPSP, a grande maioria dos registros ocorreu no primeiro semestre, principalmente entre fevereiro e março e no mês de junho, que possui o maior número de registros (Fig. 4). Com relação ao período circadiano, a espécie foi observada ao longo de todo o dia, embora o número de observações tenha sido significativamente maior à tarde (47,1%) (teste χ^2 , $g.l.= 1$, $P < 0,001$), seguido pela manhã (31,4%) e à noite (13,9%). Em 6,6% das observações, o período da ocorrência não foi registrado. O número de registros anuais de avistagens variou entre 4 e 17, com uma média igual a $10,80 \pm 4,13$ ocorrências/ ano (Fig. 5). Entre 2000 e 2009, foram realizadas 87 expedições, das quais 60 (68,7%) ocorreram no primeiro semestre (Fig. 6), com número de avistagens igual a 101. Do total de expedições, 53 foram realizadas entre 2004 e 2009 com 84 registros de ocorrência sendo 78 destes durante o primeiro semestre em 38 expedições. A abundância relativa média estimada para o primeiro semestre, entre 2004 e 2009, foi igual a 0.14 observações/ dia. A distribuição mensal da OPUE (Fig. 7) foi semelhante à frequência relativa mensal (Fig. 4) com picos em março e junho.

Quando os tubarões-baleia surgem, observa-se na maioria das ocasiões, associação com peixes e cetáceos. As mais comuns são rêmoras e raias-manta-chilena (*Mobula tarapacana* Philippi, 1893), entretanto existem registros de interação com peixe-rei (*Elagatis bipinnulata* Quoy & Gaimard, 1825), peixe-lua (*Mola mola* L., 1758), peixe-piloto (*Naucrates ductor* L., 1758), albacora-laje (*Thunnus albacares* Bonnaterre, 1788), albacorinha (*T. atlanticus* Lesson, 1831), raia-manta-de-cauda-lisa (*M. thurstoni* Lloyd, 1908) e golfinho-nariz-de-garrafa (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821).

Figura 2- Distribuição de frequência de comprimento de tubarões-baleia avistados no ASPSP (n= 108) entre 2000 e 2009.

Tabela I- Distribuição mensal dos comprimentos (em m) totais (CT), mínimo, máximo, não determinado (n.d.) e médio, desvio padrão e número de observações (N) dos tubarões-baleia observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo entre 2000 e 2009.

Figura 3- Distribuição mensal dos comprimentos do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009.

Figura 4- Distribuição mensal de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009.

Figura 5- Distribuição anual de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n= 108) entre 2000 e 2009.

Figura 6- Distribuição trimestral das expedições realizadas ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo e número de ocorrências de tubarão-baleia entre 2000 e 2009 (n=108).

Discussão

O atual conhecimento sobre os processos migratórios do tubarão-baleia sugere que o mesmo tende a se agregar em locais e períodos específicos no mundo inteiro, onde ocorrem fenômenos oceanográficos (*e.g.* ressurgências) que favorecem uma elevada produtividade primária (Taylor, 1996; Clark e Nelson, 1997; Wilson *et al.*, 2001; Heyman *et al.*, 2001; Nelson e Eckert, 2007). Nesses lugares os tubarões-baleia costumam se concentrar em grande número, em grupos, em geral, segregados por tamanho e/ou sexo, para se alimentar. No caso do ASPSP, não existem tais agregações, com o maior número de tubarões-baleia observados em um mesmo registro tendo sido igual a três e em apenas uma ocasião. Cardumes de albacora-laje (*Thunnus albacares* Bonnaterre, 1788) se concentram nas cercanias do arquipélago a partir de outubro para forrageamento do peixe-voador (*Cypselurus cyanopterus* Valenciennes, 1847), espécie que se agrupa nessa área para reprodução, principalmente entre dezembro e março (Lessa *et al.*, 1999; Vaske-Jr, *et al.*, 2003, 2005, 2006). Conseqüentemente, ovos e larvas de peixe-voador são mais abundantes neste período no ASPSP, sendo possível, assim, que os mesmos possam constituir um dos principais alimentos para o tubarão-baleia nessa área, apesar dos raros registros de comportamento de alimentação (Taylor, 2007) observados, restringindo-se a apenas quatro ocasiões. Durante a noite, quando os pescadores estão capturando atuns com isca viva (peixes-voadores que são atraídos pela

luz artificial e permanecem ao redor da embarcação durante todo o período noturno), informaram que em algumas ocasiões observaram o tubarão-baleia nadando com parte da boca emersa e que possivelmente durante esse comportamento peixes-voadores eram engolidos. Em áreas onde tubarões-baleia costumam se agregar anualmente para forragear, é comum alguns indivíduos retornarem semi-regularmente para o mesmo local (Meekan *et al.*, 2006; Bradshaw *et al.*, 2007; Graham e Roberts, 2007; Rowat *et al.*, 2009; Riley *et al.*, 2010). Entre os 121 registros de avistagens obtidos até o momento, porém, ocorreram apenas 13 reavistamentos, com todos eles, entretanto, tendo se verificado em diferentes horários do mesmo dia. As características de comportamento e frequência de ocorrência dos tubarões-baleia avistados no ASPSP, portanto, não parecem coincidir com o padrão tipicamente observado em outros locais do mundo onde a espécie claramente se concentra por razões tróficas. Como nenhuma atividade reprodutiva foi tampouco observada, as razões pelas quais os tubarões-baleia frequentam o ASPSP ainda não são muito claras, sendo possível que os animais observados utilizem o ASPSP apenas como um ponto de descanso em sua rota migratória no Atlântico.

O maior número de ocorrências na B1 não significa que o tubarão-baleia tenha preferência por este local específico, sendo tal tendência meramente consequência do maior tempo de busca, já que é neste local onde o barco de apoio permanece fundeado a maior parte do dia. Suposição semelhante aplica-se também à B2, onde o barco de apoio passa grande parte da noite amarrado. Nesse caso, o menor número de registros nesse local, com relação à B1, está certamente associado ao fato da presença das embarcações nesse local ocorrer no período noturno, aspecto que dificulta a visualização de objetos (animais) a poucos metros de distância do barco. Apesar das avistagens terem sido bem mais frequentes durante o período diurno, os maiores tempos de permanência dos tubarões-baleia foram registrados à noite, quando os animais observados passaram até 5 horas circulando a embarcação (B. Macena, *dados não publicados*). A bóia B3, por fim, foi o local onde houve o menor esforço de busca (em ambos os modos), o que provavelmente explica o menor número de registros. Parece claro, portanto, que da forma como a OPUE foi estimada, em termos de observações por expedição, a mesma se encontra fortemente influenciada pelo número de embarcações (Maunder *et al.*, 2006) que atuam no ASPSP, ou seja, quanto maior for o número de embarcações maior será o número de observadores e maior será, por fim, as chances de haver um registro. Todavia, como não foi possível contabilizar o número de embarcações no local durante

o período de estudo, o real esforço empregado à procura do tubarão-baleia não pôde ser estimado, razão pela qual a OPUE deve ser interpretada com cautela.

A variação dos comprimentos observados sugere que não existe segregação ontogenética no ASPSP. Devido ao reduzido número de tubarões-baleia sexados não foi possível fazer nenhuma inferência em relação à segregação sexual. Estima-se que os tubarões-baleia atinjam a maturidade entre 8 e 9 m (Taylor, 1994; Norman e Stevens, 2007). Fêmeas examinadas por Beckley *et al.* (1997), contudo, estavam imaturas com comprimentos de até 8,7 m, enquanto os mesmos autores observaram um macho de 9,2 m também ainda imaturo. Considerando-se o comprimento de 9 m como o mais provável tamanho de primeira maturação sexual para a espécie, os tubarões-baleia que frequentam o ASPSP são, em sua maioria, imaturos (62,9%), independentemente do sexo, assim como em Ningaloo Reef (Austrália), Gladden Spit (Belize), na costa de Djibouti onde populações de indivíduos imaturos, principalmente machos, são observadas (Heyman *et al.*, 2001; Wilson *et al.*, 2001; Meekan *et al.*, 2006; Rowat e Gore, 2007; Rowat *et al.* 2007; Norman e Stevens, 2007). Apenas no Golfo da Califórnia e nas ilhas Galápagos grandes concentrações de fêmeas adultas foram registradas (Nelson e Eckert, 2007). Apesar da maioria dos indivíduos observados no ASPSP serem imaturos, fêmeas com comprimento entre 7 e 9 m foram registradas, inclusive uma delas de 8,5 m com suspeitas de estar em estado de prenhez (Fig. 4 de Macena e Hazin, *em prep.*), tendo sido, inclusive, marcada com transmissor via satélite.

Tubarões-baleia estão também frequentemente associados a cardumes de peixes pelágicos que estão provavelmente se alimentando do mesmo organismo. Existem inúmeros relatos sobre associações do tubarão-baleia com espécies de atum ou outras espécies de peixes migratórias, como o bonito, o xaréu-dourado, com escombrídeos, cardumes de pequenos peixes, como sardinhas e anchovas, tubarões-tigre (*Galeocerdo cuvier*) e martelo (*Sphyrna lewini*) (Gudger, 1941; Iwasaki, 1970; Taylor, 1994; Colman, 1997), golfinhos, baleias-piloto e até aves marinhas (Hoffman *et al.*, 1981).

O presente estudo que foca a dinâmica populacional, comportamento e migração espaço-temporal do tubarão-baleia no ASPSP terá continuidade na expectativa de se alcançar um conhecimento mais aprofundado acerca da população desses tubarões presentes nessa região, aspecto essencial para a construção de estratégias mais adequadas de conservação. Em complementação aos estudos realizados no ASPSP, a identificação e mapeamento de habitats do tubarão-baleia na costa brasileira são igualmente fundamentais para se alcançar uma compreensão adequada acerca da sua

distribuição e sazonalidade no Oceano Atlântico Sul. Para se alcançar esse objetivo, levando-se em consideração a extensão da costa brasileira, é fundamental a colaboração inter-regional por meio de um programa de monitoramento nacional da espécie.

Agradecimentos

Agradecemos aos tripulantes dos barcos de apoio, assim como aos pescadores que frequentam o ASPSP, pela atenção, ajuda, dedicação e hospitalidade durante os trabalhos de campo; aos companheiros de expedição, pela solidariedade; à Fundação Boticário de Proteção à Natureza, à Save Our Seas Foundation, e ao CNPq, pelo financiamento; à SECIRM, pelo apoio logístico; e à CAPES, pela bolsa fornecida durante o mestrado de BCLM. O estudo está de acordo com as normas éticas exigidas pelo ICMBio (licença #14124-2).

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, HA., 1999. Fatores que afetam a sazonalidade da CPUE na pescaria brasileira do bonito listrado (*Katsuwonus pelamis*) e implicações para a avaliação da pescaria. *Notas Técnicas da FACIMAR*, v.3: 79-86.
- ARZOUMANIAN, Z.; HOLMBERG, J.; NORMAN, B., 2005. An astronomical pattern matching algorithm for computer-aided identification of whale sharks *Rhincodon typus*. *J. Appl. Ecol.* 42, p.999–1011.
- BECKLEY, L.E.; CLIFF, G.; SMALE, M.J.; COMPAGNO, L.J.V., 1997. Recent strandings and sightings of whale sharks in South Africa. *Environ. Biol. Fish.* v.50, p.343–348.
- BRADSHAW, C.J.A.; MOLLET, H.F.; MEEKAN, M.G., 2007. Inferring population trends for the world's largest fish from mark recapture estimates of survival. *J Anim Ecol* v.76, p.480–489.
- CLARK, E.; NELSON, D.R., 1997. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Environmental Biology of Fishes* v.50, p.63–73.
- COLMAN, J.G., 1997.. A review of the biology and ecology of the whale shark. *Journal of Fish Biology*, v.51, p.1219–1234
- COMPAGNO, L.G.V. *Sharks of the world*. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes, 2001, n.1, v.2. Rome, FAO. 269p.
- DUFFY, C.A.J., 2002. Distribution, seasonality, lengths, and feeding behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) observed in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* v.36, p.565–570.

- ECKERT, S.A.; STEWART, B.S., 2001. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. *Env. Biol. Fishes*, v.60(1-3), p.299-308.
- FISHERIES RESEARCH. *Whale Sharks: Science, Conservation and Management - Proceedings of the First International Whale Shark Conference, First International Whale Shark Conference*. Fisheries Research, v.84 (1), 2007, 136p.
- GRAHAM, R.T.; ROBERTS, C.M., 2007. Assessing the size and structure of a seasonal population of whale sharks (*Rhincodon typus* Smith 1828) using conventional tagging and photo identification. *Fisheries Research* v.84, p.71–80.
- GUDGER, E. W. 1941: The food and feeding habits of the whale shark, *Rhincodon typus*. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 57: 57–72.
- HEYMAN, W.D.; GRAHAM, R.T.; KJERFVE, B.; JOHANNES, R.E., 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v.215, p.275–282.
- HILBORN, R.; WALTERS, C. J. *Quantitative Fisheries Stock Assessment*. Chapman and Hall, New York. 1992, 570 p.
- HOFFMAN, W; FRITTS, T.H. 1981 Whale sharks associated with fish schools off south Texas. *Northeast Gulf Sci* 5:55–57.
- HOLMBERG, J.; NORMAN, B.; ARZOUMANIAN, Z., 2008. Robust, comparable population metrics through collaborative photo monitoring of whale sharks *Rhincodon typus*. *Ecol Appl* v.18, p.222–233.
- HOLMBERG, J.; NORMAN, B.; ARZOUMANIAN, Z., 2009. Estimating population size, structure, and residency time for whale sharks *Rhincodon typus* through collaborative photoidentification. *Endang Species Res* v.7, p.39–53.
- IWASAKI, Y., 1970. On the distribution and environment of the whale shark, *Rhincodon typus*, in skipjack fishing grounds in the western Pacific Ocean. *Journal of the College of Marine Science and Technology*, Tokai University, v.4, p.37–51. (em japonês, com resumo e legendas em inglês).
- LESSA, R.P.; MAFALDA-JR, P; ADVÍNCULA, R; LUCCHESI, R.B.; BEZERRA-JR, J.L.; VASKE-JR, T. & HELLEBRANDT, D., 1999. Distribution and abundance of ichthyoneuston at seamounts and islandês off North-Eastern Brazil. *Arch. Fish. Mar. Res.* v.47(2/3), p239-252.
- MAUNDER, M.N.; SIBERT, J.R.; FONTENEAU, A.; HAMPTON, J.; KLEIBER, P.; HARLEY, S.J., 2006. Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science* v.63. p.373-1385.
- MEEKAN, M.G.; BRADSHAW, C.J.A.; PRESS, M.; MCLEAN, C.; RICHARDS, A.; QUASNICHKA, S.; TAYLOR, J.G. Population size and structure of whale sharks *Rhincodon typus* at Ningaloo Reef, Western Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v.319, p.275–285, 2006.
- NELSON, J.D.; ECKERT, S.A., 2007. Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de los Angeles, Baja California Norte, Mexico. **Fish. Res.** v.84, p.47–64.

- NORMAN, B.M.; STEVENS, J.D., 2007. Size and maturity status of the whale shark (*Rhincodon typus*) at Ningaloo Reef in Western Australia. *Fisheries Research* v.84, p.81–86.
- RILEY, M.J.; HALE, M.S.; HARMAN, A.; REES, R.G., 2010. Analysis of whale shark *Rhincodon typus* aggregations near South Ari Atoll, Maldives Archipelago. *Aquat Biol.* v.8: 145–150.
- ROWAT, D.; GORE, M., 2007. Regional scale horizontal and local scale vertical movements of whale sharks in the Indian Ocean off Seychelles. *Fisheries Research* v.84, p.32–40.
- ROWAT, D.; MEEKAN, M.G.; ENGELHARDT, U.; PARDIGON, B.; VELY, M., 2007. Aggregations of juvenile whale sharks (*Rhincodon typus*) in the Gulf of Tadjoura, Djibouti. *Environmental Biology of Fishes* v.80, p.465–472.
- ROWAT, D.; SPEED, C.W.; MEEKAN, M.G.; GORE, M.A.; BRADSHAW, C.J.A., 2009. Population abundance and apparent survival of the vulnerable whale shark *Rhincodon typus* in the Seychelles aggregation. *Oryx*, v.43, p.591–598.
- SOTO, J.M.R.; NISA-CASTRO-NETO, W., 2000. Sobre a presença do tubarão-baleia *Rhincodon typus* Smith, 1829 (Chondrichthyes, Rhincodontidae) na costa brasileira. *Biociências*, v.8(2), p.137-152.
- SPEED, C.W.; MEEKAN, M.G.; BRADSHAW, C.J.A., 2007. Spot the match- wildlife photo-identification using information theory. *Frontiers in Zoology*, v.4(2), 11p.
- TAYLOR, J.G. 1994. *Whale sharks: the giants of Ningaloo Reef*. Angus & Robertson, Sydney. 176 p.
- TAYLOR, J.G., 1996. Seasonal occurrence, distribution and movements of the whale shark, *Rhincodon typus*, at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, v.47(4), p.637 – 642.
- TAYLOR, J.G.; PEARCE, A.F., 1999. Ningaloo Reef currents: implications for coral spawn dispersal, zooplankton and whale shark abundance. *J.R. Soc. West. Aust.* v. 82, p.57–65.
- VAN TIENHOVEN, A.M.; DEN HARTOG, J.E.; REIJNS, R.A.; PEDDEMORS, V.M., 2007. A computer-aided program for pattern-matching natural marks on the spotted raggedtooth shark *Carcharias taurus* (Rafinesque, 1810). *J Appl Ecol*, v.44, p.273–280.
- VASKE-JR, T.; CARVALHO, F.C.; HAZIN, F.H.V.; OLIVEIRA, P.G.V.; MACENA, B.C.L., 2005b. Occurrence of whale shark (*Rhincodon typus* smith, 1828) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. In: Congresso Brasileiro de Oceanografia, 2, 2005. *Anais*. Vitória/ES. cd-rom.
- VASKE-JR, T.; VOOREN, C.M.; LESSA, R.P., 2003. Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago. *B. Int. Pesca*, v.29(1), p.173-181.
- VASKE-JR., T.; LESSA, R.P.; NÓBREGA, M.F.; MONTEALEGRE-QUIJANO, S.; SANTANA, F.M.; BEZERRA-JR., J.L., 2005. A checklist of fishes from Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *J. Applied Ichthyology*, v.21(1), p.75-79.
- VASKE-JÚNIOR, T.; HAZIN, F.H.V.; LESSA, R.P., 2006. Pesca e hábitos alimentares do peixe-rei, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) (Pisces:

Carangidae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, v.39, p.61-65.

WILSON, S. G.; TAYLOR, J. G.; PEARCE, A. F., 2001. The seasonal aggregation of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia: currents, migrations and the El Niño/Southern Oscillation. *Environmental Biology of Fishes* v.61, p.1-11.

Figuras e Tabelas

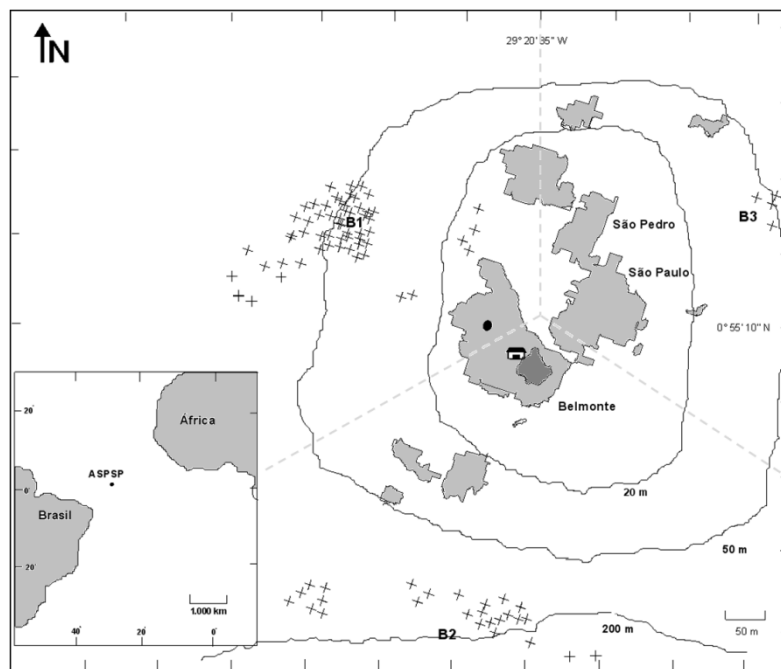


Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (canto inferior esquerdo) e distribuição das ocorrências (+) nas bóias B1, B2 e B3 situadas a oeste, sul e leste, respectivamente. A linha pontilhada representa divisão de área determinada para cada bóia.

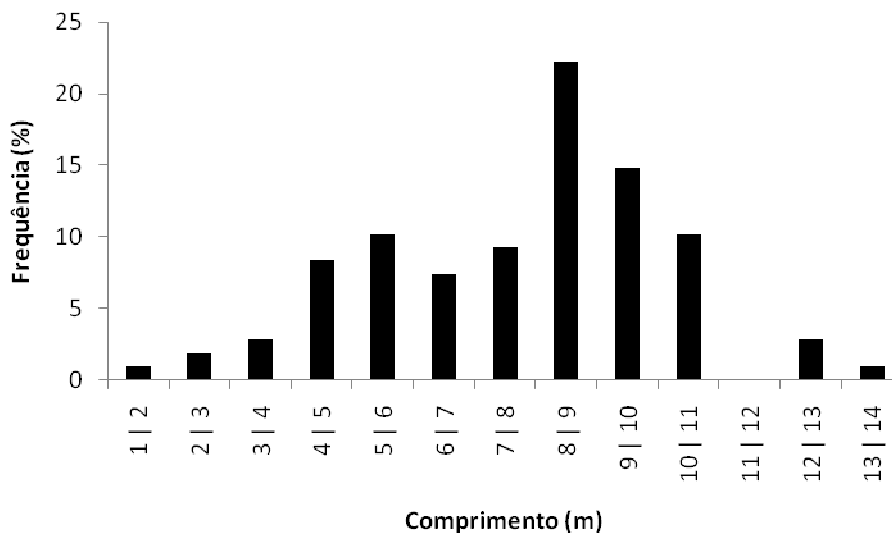


Figura 2-Distribuição de frequência de comprimento de tubarões-baleia avistados no ASPSP (n= 108) entre 2000 e 2009.

Tabela I- Distribuição mensal dos comprimentos (em m) totais (CT), mínimo, máximo, não determinado (n.d.) e médio, desvio padrão e número de observações (N) dos tubarões-baleia observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo entre 2000 e 2009.

Mês	CT mínimo	CT máximo	n.d.	CT médio	Desvio Padrão	N
Janeiro	1,8	10		6,26	2,68	7
Fevereiro	2	10		6,57	2,57	18
Março	5	14	1	8,07	2,54	23
Abril	6	12	2	8,50	1,55	12
Mai	4,8	10	1	7,74	1,58	13
Junho	3	12	1	7,41	2,53	33
Julho						
Agosto			2			2
Setembro	3	8		5,50	3,54	2
Outubro						
Novembro	4,75	4,75		4,75		2
Dezembro			1			1
Total	1,8	14	8	7,42	2,43	108

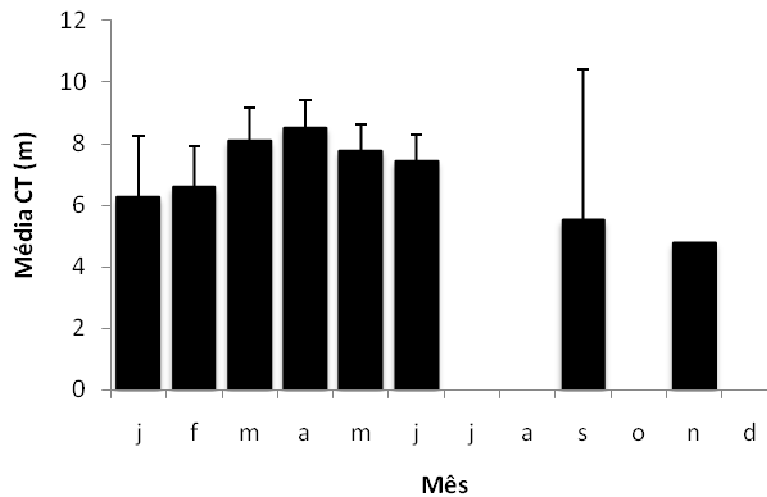


Figura 3- Distribuição mensal dos comprimentos do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009.

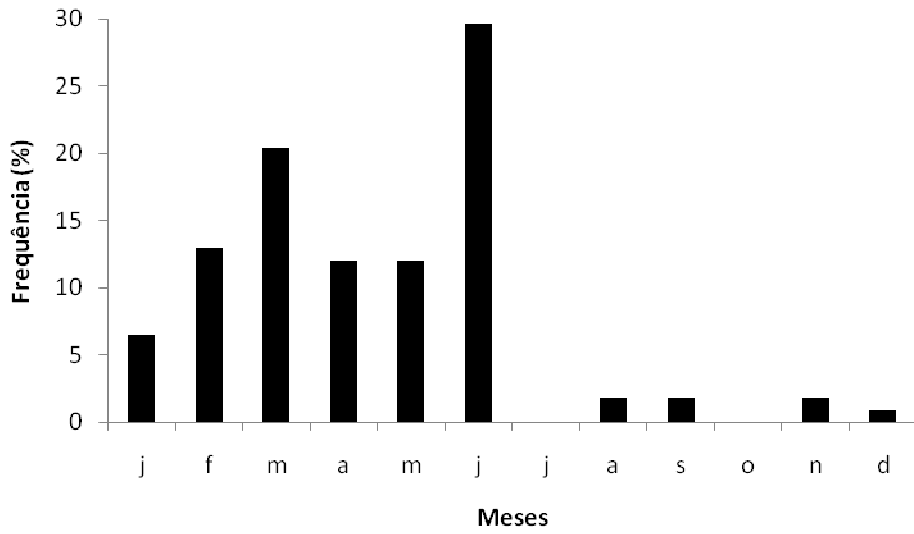


Figura 4- Distribuição mensal de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009.

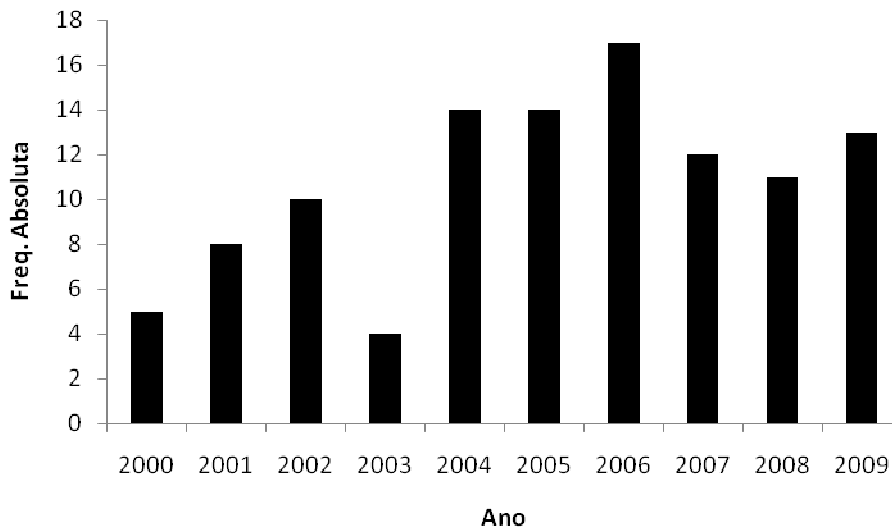


Figura 5-Distribuição anual de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009

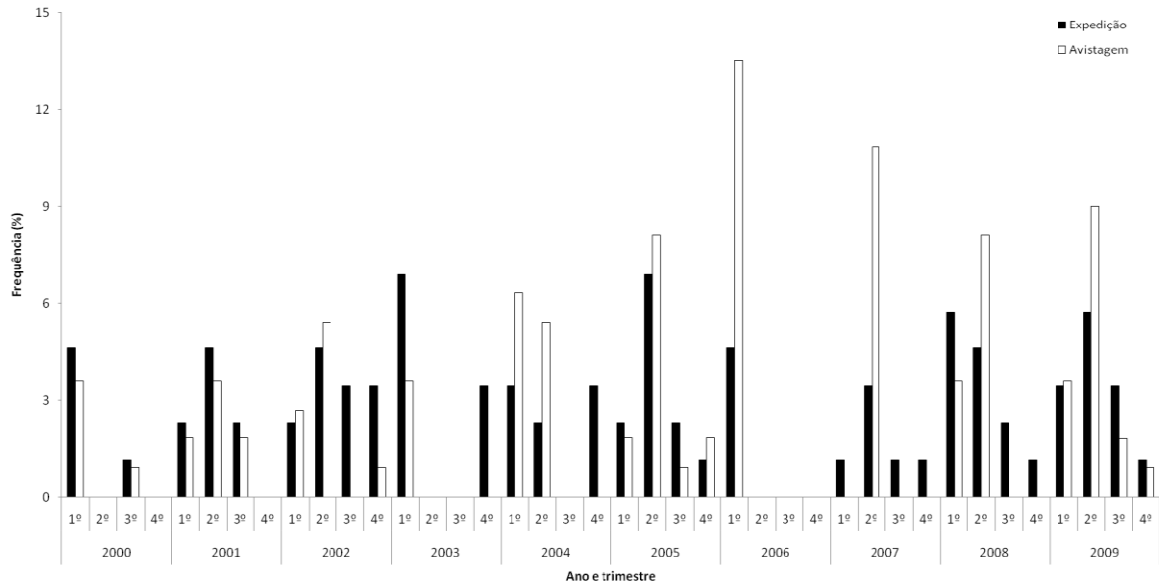


Figura 6- Distribuição trimestral das expedições realizadas ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo e número de ocorrências de tubarão-baleia entre 2000 e 2009 (n=108).

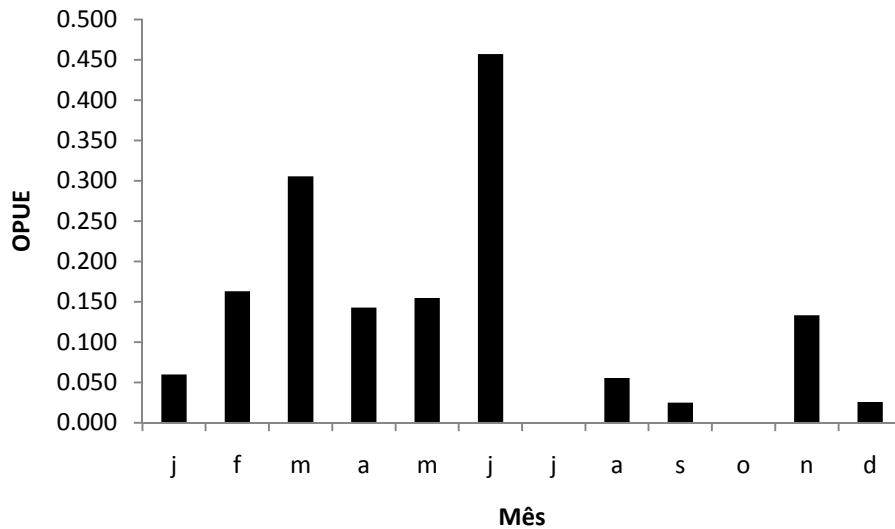


Figura 7 – OPUE mensal do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo entre 2000 e 2009.

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (canto inferior esquerdo) e distribuição das ocorrências (+) nas bóias B1, B2 e B3 situadas a oeste, sul e leste, respectivamente. A linha pontilhada representa divisão de área determinada para cada bóia.

Figura 2- Distribuição de frequência de comprimento de tubarões-baleia avistados no ASPSP (n= 108) entre 2000 e 2009.

Figura 3- Distribuição mensal dos comprimentos do tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009.

Figura 4- Distribuição mensal de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n=108) entre 2000 e 2009.

Figura 5- Distribuição anual de registros de tubarão-baleia no Arquipélago de São Pedro e São Paulo (n= 108) entre 2000 e 2009.

Figura 6- Distribuição trimestral das expedições realizadas ao Arquipélago de São Pedro e São Paulo e número de ocorrências de tubarão-baleia entre 2000 e 2009 (n=108).

Tabela I- Distribuição mensal dos comprimentos (em m) totais (CT), mínimo, máximo, não determinado (n.d.) e médio, desvio padrão e número de observações (N) dos tubarões-baleia observados no Arquipélago de São Pedro e São Paulo entre 2000 e 2009.

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Brazilian Journal of Biology**.

Todas as normas de redação e citação, doravante atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

5.2. Artigo científico II

Movimentação de tubarões-baleia, *Rhincodon typus*, monitorados por satélite, no Atlântico Equatorial.

Bruno C.L. Macena^{1,2} e Fábio H.V. Hazin²

¹PPG- Recursos Pesqueiro e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE. CEP 52171-900.

²Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Departamento de Pesca e Aquicultura, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE. CEP 52171-900.

com 7 figuras

Abstract

The whale shark is a cosmopolitan species founded in tropical and subtropical waters. Whale sharks have highly migratory habits which the movement pattern was not well understood yet. The Saint Peter and Saint Paul Archipelago is a place where whale shark uses as part of the migratory routes (resting site) in the middle of Atlantic Ocean. To elucidation of movement patterns SAT and PSAT satellite tags was used in one male of 480 cm (TB-01) and one female of 850 cm (TB-02), respectively. The satellite tagging of both sharks indicates that the whale sharks moved from SPSPA soon after tagging, moving toward to west doing crepuscular and deep diving. Despite de deep dives the sharks spent most of the time in the mixed layer, mainly at surface in temperatures ranging from 27-29°C. The satellite tagging of whale sharks in SPSPA and in Brazilian coast are crucial to clear the movement pattern of the species in Atlantic in complement to the studies carried in Central America.

Keywords: satellite telemetry, Equatorial Atlantic, pregnancy, migration.

Resumo

O tubarão-baleia é uma espécie cosmopolita encontrada em águas tropicais e subtropicais. Possuem hábitos altamente migratórios cujos padrões de movimentação ainda não são bem compreendidos. O Arquipélago de São Pedro e São Paulo é um local onde os tubarões-baleia utilizam como parte de sua rota migratória (área de repouso) no meio do oceano Atlântico. Para elucidação dos padrões de movimentação da espécie foram utilizados transmissores via satélite SAT e PSAT em um macho de 480 cm (TB-01) e uma fêmea de 850 cm (TB-02), respectivamente. A marcação de dois espécimes com transmissores monitorados por satélite indicou que ambos os tubarões permaneceram pouco tempo nas imediações do ASPSP, partindo para oeste logo após a marcação, realizando mergulhos crepusculares e profundos, permanecendo, contudo, a maior parte do tempo na camada de mistura, próximos à superfície em temperaturas entre 27 e 29°C. A marcação de mais tubarões-baleia no ASPSP e ao longo do litoral do Brasil é de crucial importância para elucidação dos padrões migratórios da espécie no Atlântico em complementação aos estudos realizados na América Central.

Palavras-chave: telemetria via satélite, Atlântico Equatorial, gravidez, migração.

¹ Autor correspondente: brunomacena@hotmail.com.

Introdução

O tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828) é uma espécie pelágica-oceânica com distribuição circunglobal, ocorrendo nas regiões tropical e subtropical de todos os oceanos do mundo (Colman, 1997; Compagno, 2001). Diferentemente da maioria dos tubarões conhecidos, o tubarão-baleia é uma espécie filtradora, que se alimenta de uma ampla variedade de organismos planctônicos e nectônicos (Colman, 1997; Compagno, 2001; Heyman *et al.*, 2001; Wilson e Newbound, 2001; Duffy, 2002; Meekan *et al.*, 2009). Apesar de ser o maior peixe vivo do planeta, alcançando mais de 18 m de comprimento, o estudo da espécie é extremamente difícil devido ao seu comportamento altamente migratório e marcadamente oceânico (Eckert e Stewart, 2001).

No Brasil, ocorrências do tubarão-baleia tem sido registradas em quase toda a extensão da costa, desde o estado do Ceará até o Rio Grande do Sul, e em ilhas oceânicas, exceto no Arquipélago de Trindade e Martim Vaz (Soto e Nisa-Castro-Neto, 2000). No entanto, o conhecimento sobre a distribuição do tubarão-baleia no país é escasso, restringindo-se em sua maioria apenas a registros de ocorrência associados a plataformas de petróleo (Hostim-Silva *et al.*, 2002), à pesca do atum (Soto, 2001) ou a capturas incidentais (*e.g.* Faria *et al.*, 2009), além de relatos anedóticos de pescadores (B. Macena, *obs. pessoal*). No Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), contudo, a ocorrência do tubarão-baleia é bastante comum, particularmente durante o primeiro semestre do ano (Hazin *et al.*, 2008), aspecto que permite o desenvolvimento de estudos mais aprofundados sobre a espécie. Apesar de não possuir valor comercial (Gadig e Rosa, 2008) no Brasil, o *R. typus* é protegido por lei por meio do anexo I da Instrução Normativa nº 05 do Ministério do Meio ambiente (MMA, 2004), sendo sua captura e comercialização proibidas. No mundo, a espécie é protegida em diversos países (Stewart e Wilson, 2005), encontrando-se classificada como vulnerável pela União Internacional para Conservação da Natureza- IUCN (Norman, 2005) e incluída no Apêndice II da Convenção Internacional para o Comercio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Silvestre- CITES (CITES, 2002).

O uso de telemetria eletrônica para o monitoramento de animais marinhos tem assumido uma importância crescente para o conhecimento da distribuição, uso do habitat e rotas migratórias de uma ampla variedade de espécies (*e.g.* Hays *et al.*, 2004; Bost *et al.*, 2009), incluindo o tubarão-baleia (Eckert e Stewart, 2001; Wilson *et al.*, 2006, 2007). Exemplares dessa espécie tendem a seguir um ciclo migratório forrageiro

bem definido, frequentando determinadas áreas durante meses específicos do ano, em associação com condições oceanográficas específicas, que elevam a produtividade primária e a consequente disponibilidade de alimento (Iwasaki, 1970; Taylor e Pearce, 1999; Taylor, 1996; Clark e Nelson, 1997; Colman, 1997; Heyman *et al.*, 2001; Wilson *et al.*, 2001; Nelson e Eckert, 2007, Cárdenas-Palomo *et al.*, 2010).

No presente estudo, as primeiras informações sobre o deslocamento horizontal e vertical de tubarões-baleia marcados no oceano Atlântico equatorial, a partir do ASPSP, são analisadas, com vistas a aprofundar o conhecimento sobre os movimentos migratórios e ciclo de vida dessa espécie neste oceano. A expectativa é de que as informações geradas possam não só conduzir a uma melhor compreensão acerca do comportamento dos tubarões-baleia em ecossistemas insulares, mas contribuir para a conservação da espécie, em todo mundo.

Material e métodos

No presente trabalho, dois tubarões-baleia foram marcados com transmissores via satélite, nas imediações do ASPSP (0°55'02"N, 029°20'42"W; Fig. 1). O primeiro (TB-01), um macho de 480 cm, recebeu um transmissor SAT (modelo SPLASH; *Wildlife Computers*, WA, EUA) no dia 23 de maio de 2009. O segundo (TB-02), uma fêmea de 850 cm, recebeu um PSAT (modelo Mk-10; *Wildlife Computers*), no dia 19 de junho de 2009. Ambos os tubarões-baleia foram marcados por meio de mergulho livre, não tendo demonstrado qualquer reação ao impacto no momento da marcação. O SAT foi fixado com 400 cm de cabo de aço inox recoberto por náilon, por meio de um arbalète de 100 cm, impulsionado por borracha, e uma ponteira de aço inoxidável semelhante à utilizada por Gifford *et al.* (2007). O PSAT foi fixado juntamente com um transmissor acústico (B. Macena, *dados não publicados*) com cabo de náilon de monofilamento e uma ponteira de aço inoxidável estilo *M-type* (Floy Tag e Mfg Inc.) modificada, por meio de uma lança. A penetração da ponteira foi limitada a 12 cm (Eckert e Stewart, 2001; Gifford *et al.*, *loc. cit.*) para ambos os tubarões-baleia marcados.

O SAT e o PSAT foram programados para coletar os dados de temperatura e profundidade a cada 10 segundos, resumindo-os a cada 4 horas em histogramas de 14 *bins*. A PSAT foi programada para permanecer coletando dados por 96 dias, desprendendo-se em seguida. A estimativa da geolocalização do TB-02 foi realizada pela cominação do nível de luz e TSM (Teo *et al.*, 2004). A variável profundidade foi

coletada do *National Geophysical Data Center (ETOPO5-Earth Topography 5min)*, em volumes de $1^\circ \times 1^\circ$ por latitude e longitude. Foram calculadas estatísticas sumárias sobre distância percorrida e tempo gasto pelo tubarão-baleia entre posições sequenciais para se estimar a taxa de movimentação (média \pm d.p.), calculada como a distância mínima entre dois pontos diários consecutivos de melhor localização ($LC \geq 1$) (Eckert e Stewart, 2001; Wilson *et al.*, 2006; Brunnschweiler *et al.*, 2009).

Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. B1 a B3 indicam os pontos de observação de tubarão-baleia. Estrela e a cruz representam os locais de marcação do TB-01 e TB-02, respectivamente.

Resultados

O primeiro tubarão-baleia (TB-01) marcado com o transmissor SAT foi um jovem macho de 480 cm. Os registros do movimento do tubarão-baleia recebidos seis horas após a marcação, mostram que o TB-01 nadou em direção ao continente africano (Fig. 2). Após partir do ASPSP, o mesmo primeiramente tomou a direção noroeste, por 74 km, quando então mudou o rumo para leste, em direção à África, nadando por aproximadamente 46 km. As últimas recepções do mês de maio indicam que o TB-01 nadou em direção ao norte por 62 km havendo, então, uma interrupção no envio do sinal do transmissor. Julgando-se pela transmissão subsequente, já no dia 28 de junho, cerca de um mês após a última recepção, em maio, o TB-01 parece ter se deslocado em direção aos montes submarinos Kucherov ($02^\circ 17' N$, $028^\circ 42' W$). Os sinais foram recebidos novamente na região sul da elevação de Serra Leoa, entre os dias 28 de junho e 1 de julho de 2009, por seis dias, com a transmissão cessando novamente, até o dia 13 de julho, quando voltaram a ser captadas por mais cinco dias. Essas, provavelmente, foram as últimas transmissões nas quais o transmissor ainda se encontrava afixado no dorso do animal, já que nas transmissões seguintes, recebidas quatro meses depois, em novembro, os sinais recebidos indicaram que o transmissor localizava-se em terra firme, no litoral sul de Serra Leoa. Infelizmente, após os primeiros três dias, o transmissor do TB-01 passou a transmitir dados de temperatura e profundidade apenas da superfície.

Figura 2- Deslocamento do TB-01, a partir do ASPSP. *Composite* da corrente geostrófica e batimetria.

Para todo o período de monitoramento do TB-01 (55 dias), o deslocamento horizontal foi de 1.570 km ($28,55 \text{ km.dia}^{-1}$) com uma velocidade média \pm d.p. de

natação igual a $1,39 \pm 0,69 \text{ km.h}^{-1}$ (amplitude= 0,54 a $2,42 \text{ km.h}^{-1}$). O comportamento vertical do TB-01 para os três dias em que houve leitura de temperatura e profundidade mostra que o tubarão permaneceu a maior parte do tempo nos dez primeiros metros de profundidade da camada de mistura (46% e 75% para o dia e noite, respectivamente) (Fig. 3a).

Durante o dia realizou mergulhos de até 500 m, permanecendo 23% do tempo entre 40 e 100 m e cerca de 20% entre 100 e 300 m (Fig. 3b). Já a noite o TB-01 não mergulhou com frequência, preferindo águas superficiais, tendo estado apenas cerca de 5% e 11% do tempo nas profundidades acima referidas (Fig. 2b). O TB-01 permaneceu aproximadamente 30% do período diário em temperaturas acima de 30°C e 15% entre 28 e 30°C , enquanto essas percentagens para a noite foram iguais a 0 e 70%, respectivamente (apenas entre $28\text{-}29^\circ\text{C}$; Fig. 3c).

Figura 3- Percentagem de tempo por profundidade para intervalos de (a) 0-100 m, (b) 0-500 m e (c) por temperatura (\square dia; \blacksquare noite) para o TB-01.

O segundo tubarão-baleia (TB-02), uma fêmea adulta com 850 cm CT estimado (comparada com o tamanho do mergulhador), foi marcado com um PSAT e um transmissor acústico (B. Macena, *dados não publicados*). A julgar pela dilatação da região pélvica, é possível que estivesse grávida (Fig. 4). O transmissor PSAT se despreendeu em 01 de julho de 2009, com a primeira mensagem tendo sido recebida pelo sistema Argos no dia 04, às 0702 GMT, a oeste do ASPSP ($01^\circ 28' 55''\text{N}$, $034^\circ 25' 44''\text{W}$). A julgar pelas leituras constantes de profundidade a 0 m, o transmissor permaneceu flutuando na superfície por três dias, entre a data em que se despreendeu e a data da primeira transmissão.

Os movimentos verticais e o comportamento diário do TB-02 em 13 dias de monitoramento mostraram que o tubarão-baleia permaneceu em profundidade e temperatura média \pm d.p. de $153,4 \pm 271,3 \text{ m}$ e $21 \pm 8^\circ\text{C}$, respectivamente (Tabela I). Movimentos do ciclo circadiano e mergulhos crepusculares foram observados com frequência, por meio das leituras de profundidade, que indicaram também uma ampla distribuição do animal na coluna d'água, alcançando a zona batipelágica por mais de uma vez. O TB-02 realizou incursões profundas sucessivas nos dias 23 (12h; 1.256 m; $4,6^\circ\text{C}$), 24 (8h; 1.208 m; $4,7^\circ\text{C}$) e 26 de junho (12h; 1.469 m; $4,6^\circ\text{C}$), mergulhando novamente a grandes profundidades no dia 1 de julho (0h; 1.792 m; $4,2^\circ\text{C}$). Em seguida, ainda nesse mesmo dia, realizou o mergulho mais profundo jamais registrado para a

espécie (4h; 1.976 m; 3,8 °C), o qual, certamente, ativou o dispositivo de liberação da marca, fazendo com que a mesma se desprendesse prematuramente, uma vez que o mecanismo automático de liberação é acionado quando a profundidade atinge cerca de 2.000 m.

A despeito de mergulhos tão profundos (Fig. 5b) o TB-02 permaneceu a maior parte do tempo na superfície (0-1 m), cerca de 40% durante o dia e 30% à noite (Fig. 5a), em temperaturas entre 27,3 e 28,6°C (média $28,0 \pm 0,05$ °C; Fig. 5c). Em menor extensão, passou algum tempo próximo ao final da camada de mistura e parte superior (20- 40 m; 28,2 - 24,6 °C) e meio da termoclina (40- 80 m; 28,2 - 14,4 °C; Fig. 5a, c e 6), tanto durante o dia quanto à noite. Para ambos os períodos, o TB-02 passou significativamente (teste χ^2 , g.l.= 1, $P < 0,05$) a maior parte do tempo nos primeiros 100 m de profundidade, em temperaturas que variaram de 28,6 a 14,0 °C (média $25,75 \pm 3,77$). Comparando-se os dados dos tubarões marcados com a informação da profundidade da termoclina, percebe-se que nos dois períodos (manhã e noite) o TB-01 e o TB-02 passaram 13% e 29% do tempo na termoclina, permanecendo ambos, a maior parte do tempo na camada de mistura (63 e 70%), respectivamente. A maior variação de temperatura vs. profundidade ocorreu dentro da termoclina (Fig. 6).

Em relação aos movimentos horizontais, logo após ser marcado o TB-02 deixou o ASPSP em direção a noroeste (20 a 23 de junho), seguindo daí para sudoeste (Fig. 7), onde aparentemente, permaneceu sobre uma cadeia de montes submarinos (27 de junho a 1 de julho), próxima a planície do Ceará até o desprendimento do transmissor devido ao mergulho profundo. A distância horizontal linear percorrida pelo TB-02 em 13 dias foi 501,38 km ($38,57 \text{ km.dia}^{-1}$) com velocidade média \pm d.p. de $2,32 \pm 1,94 \text{ km.h}^{-1}$ (amplitude = $0,32\text{--}5,65 \text{ km.h}^{-1}$).

Tabela I- Sumário estatístico das leituras de profundidade (m) e temperatura (°C) para o dia, para a noite e para o dia e noite juntos do tubarão-baleia TB-02, marcado no ASPSP, no dia 19 de junho de 2009.

Figura 4- Fêmea de tubarão-baleia (TB- 02), com 850 cm CT, marcada com um transmissor PSAT (seta), nas imediações do ASPSP. A região pélvica dilatada indica a possibilidade da mesma se encontrar em estágio avançado de prenhez.

Figura 5- Percentagem de tempo por intervalos profundidade de (a) 0-100 m e (b) $0 > 1000$ m e (c) temperatura do tubarão-baleia TB-02 (□ dia; ■ noite), marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Figura 6- Perfil de temperatura por profundidade, obtido por meio da leitura dos dados do transmissor do tubarão-baleia TB-02, marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo no final de junho 2009. Áreas sombreada representa a termoclina. Os limites de profundidade e temperatura superior e inferior na termoclina foram 50 e 100 m e 26,3-14,5 °C, respectivamente.

Figura 7- Deslocamento do TB-02, a partir do ASPSP. *Composite* da TSM, corrente geostrófica e batimetria. A- início do monitoramento e B- local de *pop-off* (desprendimento).

Discussão

Informações sobre a movimentação de tubarões-baleia no oceano Atlântico restringem-se apenas à região do Golfo do México e Mar do Caribe (Graham *et al.*, 2006; Gifford *et al.*, 2007), exceto por uma fêmea que se deslocou de Holbox, no México, até as proximidades do ASPSP (Domino, 2008). Contudo, estudos realizados nos oceanos Índico e Pacífico indicam uma grande dispersão da espécie (Wilson *et al.*, 2006, 2007; Rowat e Gore, 2007) sendo capaz de cruzar toda uma bacia oceânica (Eckert e Stewart, 2001). Os tubarões-baleia marcados no ASPSP estavam provavelmente apenas de passagem (Hazin *et al.*, 2008), uma vez que ambos foram avistados nas proximidades do mesmo por apenas um dia, se afastando do arquipélago logo após a marcação, comportamento também claramente refletido na total ausência de reavistagens, exceto em um mesmo dia, entre os mais de cem animais observados até o momento nessa região. Além disso, não foram observadas atividades reprodutivas de tubarões-baleia no ASPSP (apesar do registro de uma fêmea aparentemente grávida), enquanto atividades de alimentação observadas em apenas quatro ocasiões, o que parece indicar que a sua presença nessa área não serve primordialmente a nenhuma dessas duas finalidades. Estudos ainda são necessários para identificar a função do ASPSP no ciclo de vida da espécie.

Os valores apresentados como estimativas para a velocidade de natação do TB-01 assim como para o TB-02 são consistentes e estão de acordo com outros reportados na literatura para a espécie (Gunn *et al.*, 1999; Eckert e Stewart, 2001; Wilson *et al.*, 2006, Rowat *et al.*, 2006; Hsu *et al.*, 2007, Rowat e Gore, 2007, Brunnschweiler *et al.*, 2009). O fato do transmissor do tubarão-baleia TB-01 haver transmitido dados de temperatura e profundidade com atividades de mergulho regulares apenas nos três primeiros dias suscita a possibilidade do mesmo haver se soltado do animal e passado a derivar livre no oceano. Contudo, caso o transmissor tenha estado realmente afixado no

TB-01 no período de 23 de maio a 14 de julho o mesmo sugeriria uma rota migratória orientada pelo relevo submarino, partindo do ASPSP, passando pelos montes submarinos Kucherov e seguindo para a elevação de Serra Leoa (5° 30' N; 21° 00' W). Hsu *et al.* (2007) observaram em Formosa que jovens tubarões-baleia (400–450 cm) direcionaram suas rotas pelo relevo submarino. Este comportamento sugere que montes submarinos, em resposta às interações físicas entre as correntes oceânicas e o perfil topográfico abrupto representado por este tipo de acidente geográfico, podem desempenhar um importante papel na rota migratória do tubarão-baleia no Atlântico equatorial, possivelmente por razões tróficas, em virtude de apresentarem uma produtividade biológica, em geral, mais elevada (Morato *et al.*, 2008) do que em águas adjacentes, comumente oligotróficas. O recebimento de sinais do TB-01, já em terra, na costa sul de Serra Leoa, a partir de novembro, indica, indubitavelmente, que a esta altura ou o transmissor já havia definitivamente se desprendido do tubarão-baleia, ou que o mesmo havia sido capturado por pescadores locais.

As leituras de profundidade e temperatura do TB-02, para o final de junho, nas proximidades do ASPSP, indicam uma termoclina localizada entre 50 e 100 m (26.3–14.5°C), correspondendo aos valores observados na área por outros autores (Travassos *et al.*, 1999). O fato dos tubarões-baleia monitorados no presente estudo terem ficado apenas 22,5% do período de monitoramento nessa camada permanecendo a maior parte do tempo na camada de mistura (40%), indica uma preferência da espécie por águas mais quentes (Eckert e Stewart, 2001; Wilson *et al.*, 2006; Rowat e Gore, 2007) na região equatorial. Embora experimentos com telemetria relacionem mergulhos de outras espécies de tubarão com a posição da termoclina (Carey *et al.*, 1982, Carey e Scharold 1990; Holts e Bedford, 1993), tal comportamento ainda não havia sido descrito para o tubarão-baleia (Gunn *et al.*, 1999; Wilson *et al. loc. cit.*; Brunnschweiler *et al.*, 2009).

Embora o hábito do tubarão-baleia de realizar regularmente incursões no domínio batipelágico por meio de mergulhos que, não raro, ultrapassam os 1,000 m de profundidade já tenha sido bem documentado (Wilson *et al.*, 2006; Brunnschweiler *et al.*, 2009), a profundidade de 1.976 m observada no presente trabalho para o TB-02 é a maior jamais registrada para a espécie. Os motivos desses movimentos oscilatórios verticais, observados não somente no tubarão-baleia, mas em várias espécies de tubarão, ainda não são claros, podendo ter várias razões além de causas tróficas (Graham *et al.*, 2006; Wilson *et al.*, 2006, Bonfil *et al.*, 2010), incluindo a navegação por geomagnetismo ou celestial (Klimley *et al.*, 2002; Bonfil *et al.*, 2005; Alestram, 2006),

termorregulação (Carey e Scharold 1990; Carlson *et al.*, 2004) e conservação de energia (Weihs 1973; Matern *et al.*, 2000). Um mergulho tão profundo em oceano aberto poderia, ainda, estar relacionado, nesse caso, com o comportamento reprodutivo da espécie, como estratégia filopátrica maternal em função de áreas de berçário, fenômeno já observado em outras espécies de tubarão (Hueter *et al.*, 2004; Rowat *et al.*, 2008), para concepção dos filhotes. O fato dessa fêmea ter apresentado a sua região ventral bastante dilatada, sugere que a mesma poderia se encontrar em um estado avançado de gravidez, aspecto que, por sua vez, poderia indicar a possibilidade de tubarões-baleia buscarem grandes profundidades para dar à luz aos seus filhotes, o que poderia explicar, ainda, o porquê de jovens de vida livre serem raramente observados (Wolfson, 1983; Kukuyev, 1995; Colman, 1997; Rowat *et al.*, 2008; Martin, 2007). Contudo a severidade de um ambiente profundo (*e.g.* temperatura da água, disponibilidade de alimento) poderia influenciar negativamente as taxas metabólicas dos filhotes (Carlson *et al.*, 2004).

A baixa diferenciação genética entre as populações de tubarão-baleia no Atlântico, Índico e Pacífico (Castro *et al.*, 2007; Schmidt *et al.*, 2009) demonstra que as fêmeas movem-se amplamente entre áreas de forrageamento e reprodução, apresentando alto grau de conectividade entre as populações (Bradshaw *et al.*, 2007). Um conhecimento adequado do comportamento migratório do tubarão-baleia tanto em pequena escala como em longas distâncias é absolutamente essencial para se compreender a estrutura de suas populações, sem o que não é possível a adoção de medidas de manejo espaciais capazes de assegurar a sua conservação. Estudos complementares sobre a movimentação do tubarão-baleia no Atlântico equatorial serão ainda necessários para que se possa alcançar um entendimento adequado de sua movimentação nessa área. Os dados aqui apresentados, porém, indicam que os tubarões-baleia não permanecem por muito tempo nas imediações do ASPSP e que ao partirem, seja em direção ao Golfo de Guiné ou ao Golfo do México, realizam mergulhos crepusculares e profundos, permanecendo, contudo, a maior parte do tempo na camada de mistura, próximos à superfície. A marcação de tubarões-baleia ao longo do litoral do Brasil é de crucial importância para elucidação dos padrões migratórios da espécie no Atlântico Sul, em complementação aos estudos realizados na região equatorial e na América Central.

Agradecimentos

Agradecemos aos tripulantes dos barcos de apoio, assim como aos pescadores que frequentam o ASPSP pela atenção, ajuda, dedicação e hospitalidade durante o período de campo; aos companheiros de expedição, pela companhia e solidariedade; à Fundação Boticário de Proteção à Natureza, à Save Our Seas Foundation e ao CNPq, pelo financiamento dos transmissores via satélite; à SECIRM, pelo apoio logístico; à CAPES, pela bolsa fornecida durante o mestrado de BCLM; e, por fim, ao Seaturtle.org, pelo uso do programa Maptool disponível online (www.seaturtle.org). O estudo está de acordo com as normas éticas exigidas pelo ICMBio (licença #14124-2).

Referência Bibliográficas

- ALERSTAM, T., 2006. Conflicting evidence about long-distance animal navigation. *Science*, v.313, p.791–794.
- BAUGHMAN, J.L., 1955. The oviparity of the whale shark, *Rhineodon typus*, with records of this and other fishes in Texan waters. *Copeia*, p.54–55.
- BONFIL, R; FRANCIS, M.P.; DUFFY, C.; MANNING, M.J; O'BRIEN, S., 2010. Large-scale tropical movements and diving behavior of white sharks *Carcharodon carcharias* tagged off New Zealand. *Aquat Biol*, v.8, p.115-123.
- BONFIL, R; MEYER M, SCHOLL MC, JOHNSON R, O'BRIEN S, OOSTHUIZEN H, SWANSON S, KOTZE D, PATERSON M., 2005. Transoceanic migration, spatial dynamics, and population linkages of white sharks. *Science*, v.310, p.100–103.
- BOST, C.A.; THIEBOT J.B.; PINAUD, D; CHEREL, Y; TRATHAN, P.N., 2009. Where do penguins go during the inter-breeding period? Using geolocation to track the winter dispersion of the macaroni penguin. *Biology Letters*, v.5 n.4 473-476.
- BRADSHAW, C.J.A.; MOLLET, H.F.; MEEKAN, M.G., 2007. Inferring population trends for the world's largest fish from mark recapture estimates of survival. *J Anim Ecol* v.76, p.480–489.
- BRANSTETTER, S. 1990. Early life-history implications of selected carcharhinoid and lamnoid sharks of the Northwest Atlantic. In: *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and status of the fisheries* (H. L. Pratt Jr, S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds.), p. 17–28. NOAA Technical Report NMFS 90.
- BRUNNSCHWEILER, J.M.; BAENSCH, H.; PIERCE, S.J.; SIMS, D.W., 2009. Deep-diving behaviour of a whale shark *Rhincodon typus* during long-distance movement in the western Indian Ocean. *Journal of Fish Biology*, v.74, p.706-714.
- CÁRDENAS-PALOMO, N.; HERRERA-SILVEIRA, G.; REYES, O., 2010. Distribución espacio-temporal de variables fisicoquímicas y biológicas en el hábitat del tiburón ballena *Rhincodon typus* (Orectolobiformes: Rhincodontidae) al norte del Caribe Mexicano. *Rev. Biol. Trop.* v.58(1), p.399-412.

- CAREY, F.G.; KANWISHER, J.W.; BRAZIER, O.; GABRIELSON, G.; CASEY, J.G.; PRATT JR., H.L., 1982. Temperature and activities of a white shark, *Carcharodon carcharias*. *Copeia*, p.254–260.
- CAREY, F.G.; SCHAROLD, J.V., 1990. Movements of blue sharks, *Prionace glauca*, in depth and course. *Marine Biology*, v.106, p.329-342.
- CARLSON, J. K.; GOLDMAN, K. J.; LOWE, C. G. Metabolism, energetic demand and endothermy. p.203-219. In: *The Biology of Sharks and their Relatives*. ed. J. MUSICK, J. CARRIER AND M. HEITHAUS, New York: CRC Press, 2004, 597p.
- CASTRO, A.L.F; STEWARTS, B.S; WILSON, S.G; HUETER, R.E; MEEKAN, M.G; MOTTA, P.J; BOWEN, B.W.; KARL, S.A., 2007. Population genetic structure of Earth's largest fish, the Whale Shark (*Rhincodon typus*). *Molecular Ecology*. v.16, p.5183-5192.
- CITES. Inclusion of the whale shark (*Rhincodon typus*) in Appendix II of CITES. Proponents: India and the Philippines Prop 12.35. 2002. Disponível em: <www.cites.org/eng/cop/12/prop/E12-P35.pdf>. Acessado dia: 20 novembro 2009.
- CLARK, E.; NELSON, D.R., 1997. Young whale sharks, *Rhincodon typus*, feeding on a copepod bloom near La Paz, Mexico. *Environmental Biology of Fishes* v.50, p.63–73.
- COLMAN, J.G., 1997. A review of the biology and ecology of the whale shark. *Journal of Fish Biology*, v.51, p.1219–1234.
- COMPAGNO, L.G.V. 2001. *Sharks of the world*. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. n.1, v.2. Rome, FAO. 2001. 269p.
- DOMINO, 2008. *Proyecto Domino*: Proyecto del tiburón ballena del Atlántico mexicano. Informe Técnico General- Resultados 2005-2008 Disponível em: <<http://www.domino.conanp.gob.mx/results.htm>>. Acesso em: 10 janeiro 2010.
- DUFFY, C.A.J., 2002. Distribution, seasonality, lengths, and feeding behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) observed in New Zealand waters. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* v.36, p.565–570.
- ECKERT, S.A.; STEWART, B.S., 2001. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. *Env. Biol. Fishes*, v.60(1-3), p.299-308.
- FARIA, V.; BASILIO, T. H.; VENANCIO, I. M.; SILVEIRA, L. M.; JUCA-QUEIROZ, B.; GADIG, O. B. F.; Furtado-Neto, M.A.A., 2009. Captura incidental de um tubarão-baleia, *Rhincodon typus* (Orectolobiformes, Rhincodontidae) na costa do Ceará, Nordeste do Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v.4(4), p.599-604.
- GADIG, O.B.F.; ROSA, R.S. *Rhincodon typus*. In: *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. v.2(2), p.30-31, 2008. Ed. ANGELO BARBOSA MONTEIRO MACHADO, GLÁUCIA MOREIRA DRUMMOND, ADRIANO PEREIRA PAGLIA. - 1.ed. - Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008, 278p.

- GRAHAM, R.T.; ROBERTS, C.M.; SMART, J.C.R., 2006. Diving Behaviour of Whale Sharks in Relation to a Predictable Food Pulse. *Journal of The Royal Society Interface*. v.3, (6), p.109–116.
- GUNN, J.S.; STEVENS, J.D.; DAVIS, T.L.O.; NORMAN, B.M., 1999. Observations on the short-term movements and behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) at Ningaloo reef, Western Australia. *Mar. Biol.* V.135, p.553–559.
- HAYS, G.C.; HOUGHTON, J.D.R.; MYERS, E.H., 2004. Endangered species: pan-Atlantic leatherback turtle movements. *Nature*, 429, p.522.
- HAZIN, F.H.V.; VASKE-JÚNIOR, T.; OLIVEIRA, P.G.; MACENA, B.C.L.; CARVALHO, F., 2008. Occurrences of whale shark (*Rhincodon typus* Smith, 1828) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v.68(2), p.385-389.
- HEYMAN, W.D.; GRAHAM, R.T.; KJERFVE, B.; JOHANNES, R.E., 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* v.215, p.275–282.
- HOLTS, D.B.; BEDFORD, D.W., 1993. Horizontal and vertical movements of the shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus*, in the southern California Bight. *Aust J Mar Freshw Res* v.44, p.901–909.
- HOSTIM-SILVA, M.; FONTES, J.; AFONSO, P.; SERPA, N.; SAZIMA, C; BARREIROS, J P; SAZIMA, I., 2002. Plataformas de Petróleo: Pontos de encontro de peixes em alto-mar. *Ciência Hoje*, v.31(183), p.20-26.
- HSU, H.; JOUNG, S.J.; LIAO, Y.Y.; LIU, K.M., 2007. Satellite tracking of juvenile whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Northwestern Pacific, *Fish. Res.* v.84, p.25–31.
- HUETER, R.E.; HEUPEL, M.R.; HEIST, E.J.; KEENEY, D.B., 2004. Evidence of philopatry in sharks and implications for the management of shark fisheries. *E-J Northwest Atl Fish Sci.* v.35:7.
- IWASAKI, Y., 1970. On the distribution and environment of the whale shark, *Rhincodon typus*, in skipjack fishing grounds in the western Pacific Ocean. *Journal of the College of Marine Science and Technology*, Tokai University, v.4, p.37–51. (em japonês, com resumo e legendas em inglês).
- KLIMLEY, A.P.; BEAVERS, S.C.; CURTIS, T.H.; JORGENSEN, S. J., 2002. Movements and swimming behavior of three species of sharks in La Jolla Canyon, California. *Environmental Biology of Fishes*, v.63, p.117–135.
- KUKUYEV, E.I., 1995. The new finds in recently born individuals of the whale shark *Rhincodon typus* (Rhiniodontidae) in the Atlantic Ocean. *J. Ichthyol.* v.36, p.203–205.
- MARTIN, R.A., 2007. A review of the behavioural ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*). *Fisheries Research* v.84, p.10–16.
- MATERN, S.A.; CECH-JR., J.J.; HOPKINS, T.E., 2000. Diel movements of bat rays, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California: evidence for behavioral thermoregulation? *Environmental Biology of Fishes*, v.58(2), p.173-182.
- MEEKAN, M.G.; JARMAN, S.N.; MCLEAN, C.; SCHULTZ, M.B., 2009. DNA evidence of whale sharks (*Rhincodon typus*) feeding on red crab (*Gecarcoidea*

- natalis*) larvae at Christmas Island, Australia. *Marine and Freshwater Research*. v.60, p.607-609.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE– MMA, 2004. Instrução Normativa No. 5, de 21 de maio de 2004, anexo I. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF.
- NORMAN, B. *Rhincodon typus*. In: IUCN 2009. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2009.2, 2005. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 25/01/2010.
- ROWAT, D.; GORE, M., 2007. Regional scale horizontal and local scale vertical movements of whale sharks in the Indian Ocean off Seychelles. *Fisheries Research* v.84, p.32–40.
- ROWAT, D.; GORE, M.A., BALOCH, B.B.; ISLAM, Z.; ALI, Q.M.; CULLOCH, R.M.; HAMEED, S.; HASNAIN, S.A.; HUSSAIN, B.; KIANI, S.; SIDDIQUI, J.; ORMOND, R.F.; HENN N.; KHAN, M., 2008. New records of neonatal and juvenile whale sharks (*Rhincodon typus*) from the Indian Ocean. *Environ Biol Fishes* v.82, p.215–218.
- ROWAT, D.; MEEKAN, M.G.; ENGELHARDT, U.; PARDIGON, B.; VELY, M., 2006. Aggregations of juvenile whale sharks (*Rhincodon typus*) in the Gulf of Tadjoura, Djibouti. *Environmental Biology of Fishes*, v.80, p.465–472.
- SCHMIDT, J.V.; SCHMIDT, C.L.; OZER, F.; ERNST, R.E.; FELDHEIM, K.A.; ASHLEY, M.V.; LEVINE, M., 2009. Low Genetic Differentiation across Three Major Ocean Populations of the Whale Shark, *Rhincodon typus*. *PLoS ONE* v.4(4), p.e4988.
- SOTO, J.M., 2001. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. I – Sharks. *Mare Magnum*, v.1(1), p.51-120.
- STEWART, B.S.; WILSON, S.G., 2005. Threatened Fishes of the World: *Rhincodon typus* (Smith 1828) (Rhincodontidae). *Environmental Biology of Fishes*, v.74(2), p.184-185.
- TAYLOR, J.G., 1996. Seasonal occurrence, distribution and movements of the whale shark, *Rhincodon typus*, at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine and Freshwater Research*, v.47(4), p.637–642.
- TAYLOR, J.G.; PEARCE, A.F., 1999. Ningaloo Reef currents: implications for coral spawn dispersal, zooplankton and whale shark abundance. *J.R. Soc. West. Aust.*v. 82, p.57–65.
- TEO, S.L.H.; BOUSTANY, A.; BLACKWELL, S.; WALLI, A.; WENG, K.C.; BLOCK, B.A., 2004. Validation of geolocation estimates based on light level and sea surface temperature from electronic tags. *Marine Ecology Progress Series* v.283, p.81–98.
- TRAVASSOS, P.E.P.F.; HAZIN, F.H.V.; SCHOBER, J.; ZAGAGLIA, J.R.; ADVINCULA, R., 1999. Thermohaline structure around seamounts and islands of northeast Brazil. *Archive Of Fishery And Marine Research, Stuttgart*, v. 47(2/3), p.211-222.
- WEIHS, D., 1973. Mechanically efficient swimming techniques for fish with negative buoyancy. *J Mar Res*, v.31, p.194–209.

- WILSON S.; NEWBOUND D. R., 2001. Two whale shark faecal samples from Ningaloo Reef, Western Australia. *Bulletin of Marine Science*, v.68, p.361-362.
- WILSON, R.P.; DUCAMP, J.J.; REES, G.W.; CULIK, B.M.; NIEKAMP, K., 1992. Estimation of location: global coverage using light intensity. In: *Wildlife telemetry: remote monitoring and tracking of animals*. PRIEDE, I.G.; SWIFT, S.M. (eds).Ellis Horwood, London, p 131–134.
- WILSON, S. G.; TAYLOR, J. G.; PEARCE, A. F., 2001. The seasonal aggregation of whale sharks at Ningaloo Reef, Western Australia: currents, migrations and the El Niño/Southern Oscillation. *Environmental Biology of Fishes* v.61, p.1–11.
- WILSON, S.G.; POLOVINA, J.J.; STEWART, B.S.; MEEKAN, M.G., 2006. Movements of whale sharks (*Rhincodon typus*), tagged at Ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Biology*, v.148, p.1157-1166.
- WILSON, S.G.; STEWART, B.S.; POLOVINA, J. J.; MEEKAN, M.G.; STEVENS, J.D.; GALUARDI, B., 2007. Accuracy and precision of archival tag data: a multiple-tagging study conducted on a whale shark (*Rhincodon typus*) in the Indian Ocean. *Fisheries Oceanography* v.16, p.547–554.
- WOLFSON, F. H., 1983. Records of seven juveniles of the whale shark, *Rhincodon typus*. *Journal of Fish Biology*, v.22, p.647–655.

Figuras e Tabelas

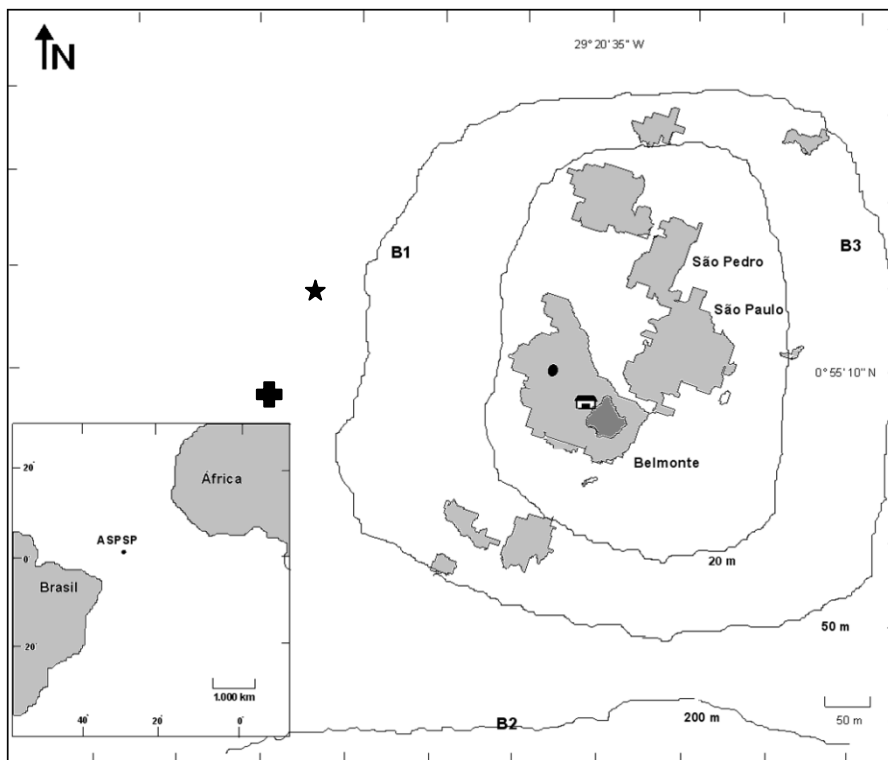


Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. B1 a B3 indicam os pontos de observação de tubarão-baleia. Estrela e a cruz representam os locais de marcação do TB-01 e TB-02, respectivamente.

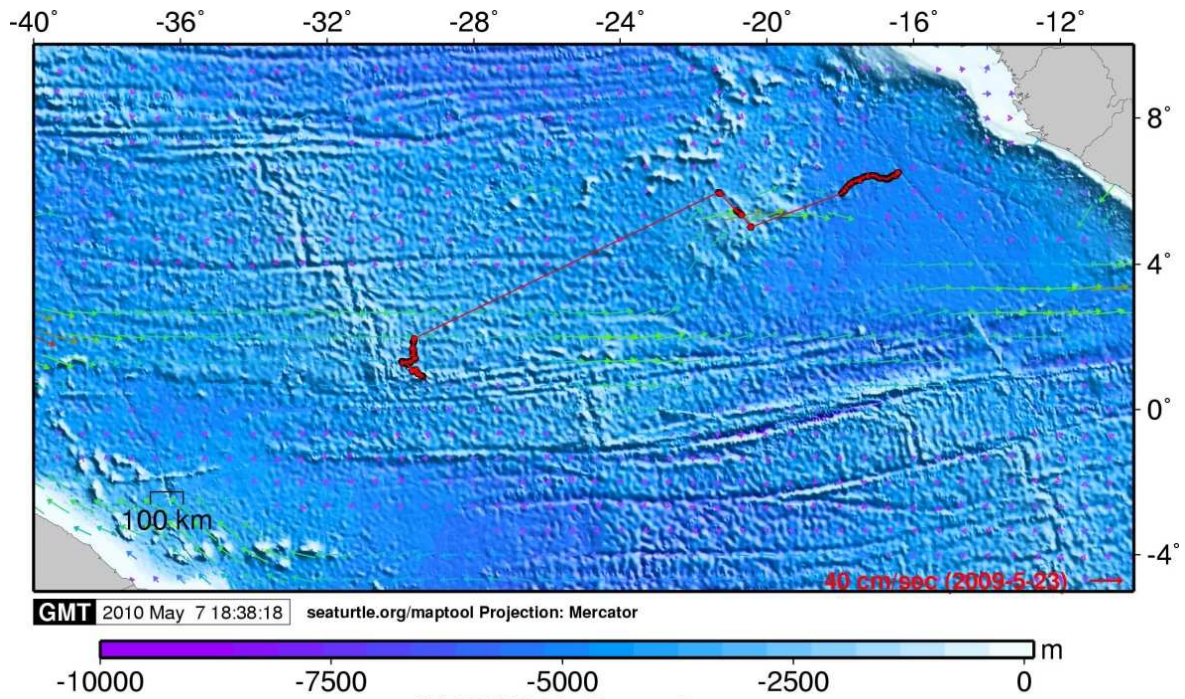


Figura 2- Deslocamento do TB-01, a partir do ASPSP. Composite da corrente geostrófica e batimetria.

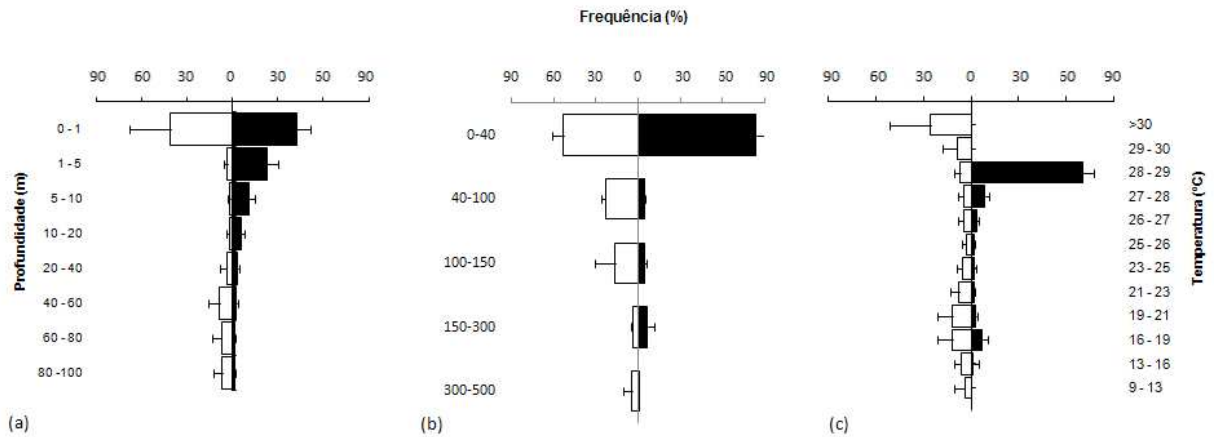


Figura 3- Percentagem de tempo por profundidade para intervalos de (a) 0-100 m, (b) 0-500 m e (c) por temperatura (□ dia; ■ noite) para o TB-01.



Figura 4- Fêmea de tubarão-baleia (TB- 02), com 850 cm CT, marcada com um transmissor PSAT (círculo), nas imediações do ASPSP. A região pélvica dilatada indica a possibilidade da mesma se encontrar em estágio avançado de prenhez.

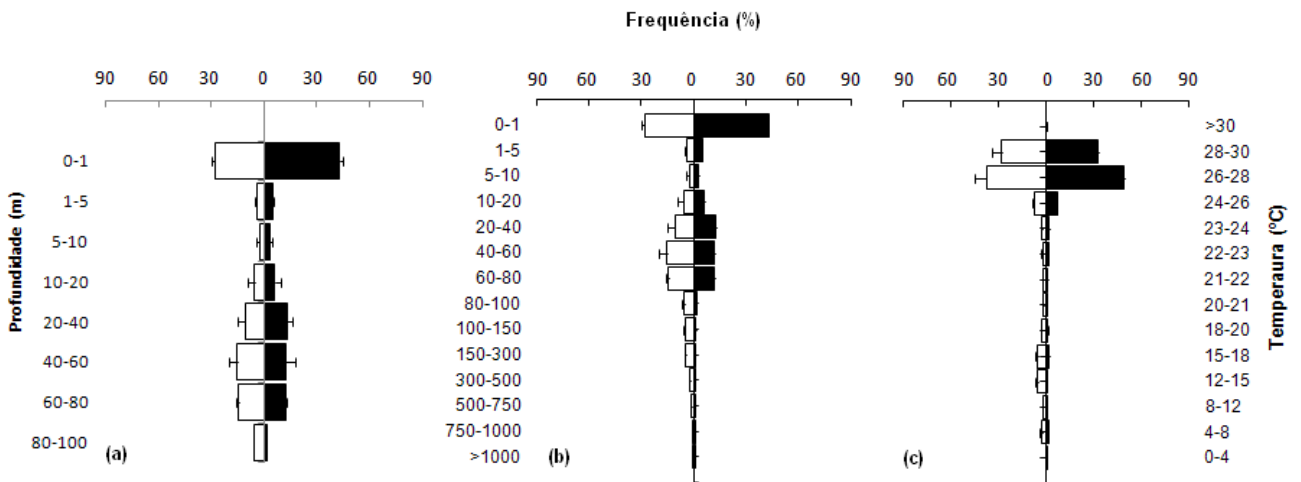


Figura 5- Percentagem de tempo por intervalos profundidade de (a) 0-100 m e (b) 0>1000 m e (c) temperatura do tubarão-baleia TB-02 (□ dia; ■ noite), marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

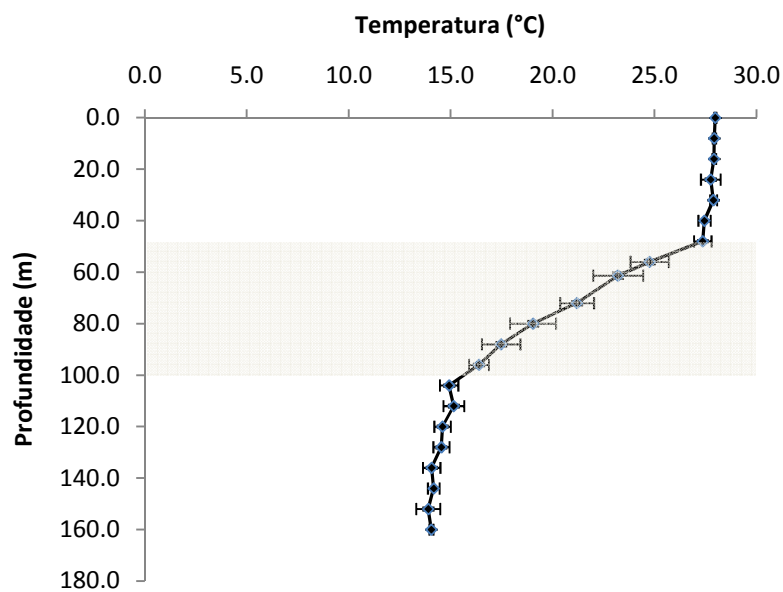


Figura 6- Perfil de temperatura por profundidade, obtido por meio da leitura dos dados do transmissor do tubarão-baleia TB-02, marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo no final de junho 2009. Área sombreada representa a termoclina. Os limites de profundidade e temperatura superior e inferior na termoclina foram 50 e 100 m e 26,3-14,5 °C, respectivamente

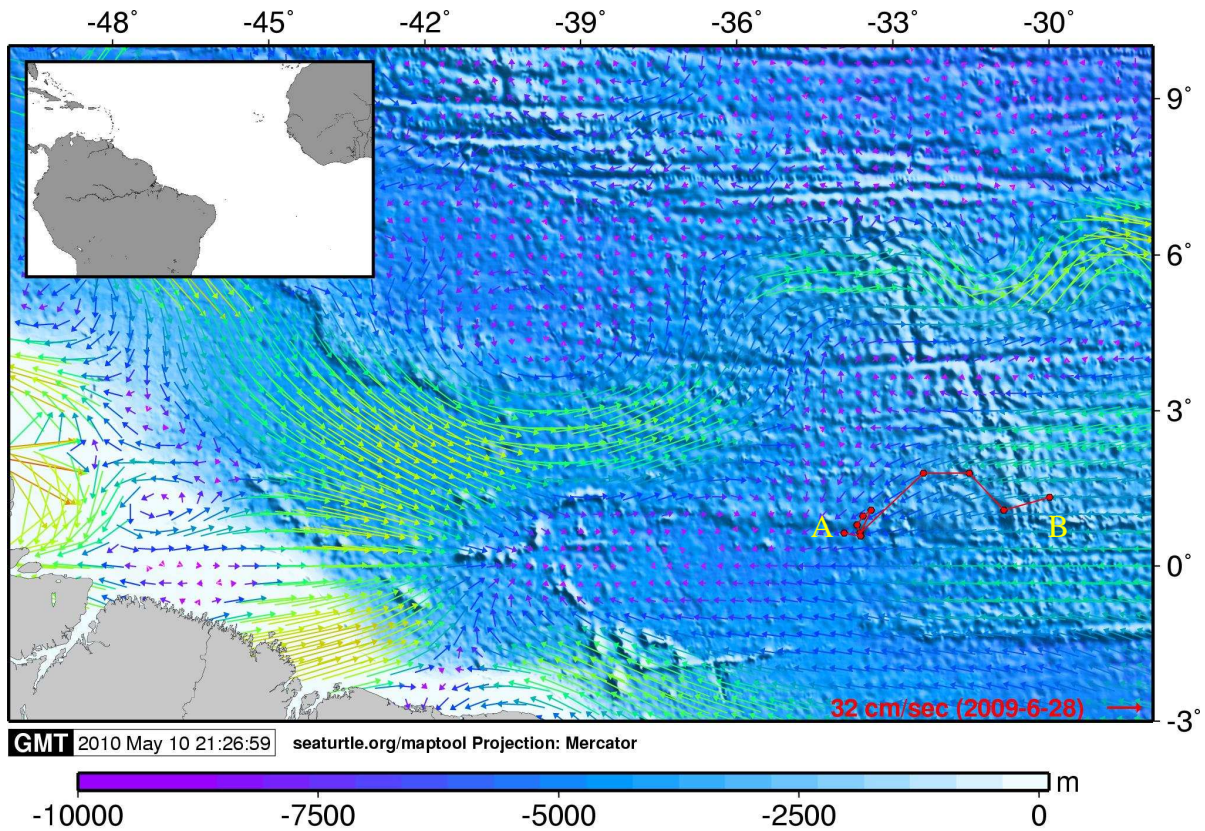


Figura 7- Deslocamento do TB-02, a partir do ASPSP. Composite da TSM, corrente geostrófica e batimetria. A- início do monitoramento e B- local de *pop-off* (desprendimento).

Tabela I- Sumário estatístico das leituras de profundidade (m) e temperatura (°C) para o dia, para a noite e para o dia e noite juntos do tubarão-baleia TB-02, marcado no ASPSP, no dia 19 de junho de 2009.

	Dia		Noite		Dia/noite	
	Prof.	Temp.	Prof.	Temp.	Prof.	Temp.
Mínimo	0	4,2	0	3,8	0	3,8
Máximo	1.672	28,63	1.976	28,6	1.976	28,6
Média	140,3	20,8	165,7	21,5	153,4	21,1
Mediana	64,0	23,70	48,0	27,3	56,0	26,1
Desv. pad.	220,3	7,56	310,5	8,14	271,35	7,88
Int. conf.	27,8	0,96	38,0	1,0	23,8	0,69

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. B1 a B3 indicam os pontos de observação de tubarão-baleia. Estrela e a cruz representam os locais de marcação do TB-01 e TB-02, respectivamente.

Figura 2- Deslocamento do TB-01, a partir do ASPSP. *Composite* da corrente geostrófica e batimetria.

Figura 3- Percentagem de tempo por profundidade para intervalos de (a) 0-100 m, (b) 0-500 m e (c) por temperatura (□ dia; ■ noite) para o TB-01.

Figura 4- Fêmea de tubarão-baleia (TB- 02), com 850 cm CT, marcada com um transmissor PSAT (seta), nas imediações do ASPSP. A região pélvica dilatada indica a possibilidade da mesma se encontrar em estágio avançado de prenhez.

Figura 5- Percentagem de tempo por intervalos profundidade de (a) 0-100 m e (b) 0>1000 m e (c) temperatura do tubarão-baleia TB-02 (□ dia; ■ noite), marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Figura 6- Perfil de temperatura por profundidade, obtido por meio da leitura dos dados do transmissor do tubarão-baleia TB-02, marcado nas proximidades do Arquipélago de São Pedro e São Paulo no final de junho 2009. Área sombreada representa a termoclina. Os limites de profundidade e temperatura superior e inferior na termoclina foram 50 e 100 m e 26,3-14,5 °C, respectivamente

Figura 7- Deslocamento do TB-02, a partir do ASPSP. *Composite* da TSM, corrente geostrófica e batimetria. A- início do monitoramento e B- local de *pop-off* (desprendimento).

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Brazilian Journal of Biology**.

Todas as normas de redação e citação, doravante atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

5.3- Normas da Revista [Brazilian Journal of Biology]



ISSN 1519-6984 *versão impressa*
ISSN 1678-4375 *versão online*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Finalidade e normas gerais](#)
- [Preparação de originais](#)
- [Política de Publicação](#)

Finalidade e normas gerais

O Brazilian Journal of Biology publica resultados de pesquisa original em qualquer ramo das ciências biológicas. Estará sendo estimulada a publicação de trabalhos nas áreas de biologia celular, sistemática, ecologia (auto-ecologia e sinecologia) e biologia evolutiva, e que abordem problemas da região neotropical.

A revista publica somente artigos em inglês. Artigos de revisões de temas gerais também serão publicados desde que previamente propostos e aprovados pela [Comissão Editorial](#).

Informações Gerais: Os originais deverão ser enviados à [Comissão Editorial](#) e estar de acordo com as Instruções aos Autores, trabalhos que não se enquadrem nesses moldes serão imediatamente devolvidos ao(s) autor(es) para reformulação.

Os trabalhos que estejam de acordo com as Instruções aos Autores, serão enviados aos assessores científicos, indicados pela [Comissão Editorial](#). Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. Em caso de recomendação desfavorável por parte de um assessor, será usualmente pedida a opinião de um outro. Os trabalhos serão publicados na ordem de aceitação pela [Comissão Editorial](#), e não de seu recebimento. Serão fornecidas gratuitamente 25 separatas de cada artigo.

Preparação de originais

O trabalho a ser considerado para publicação deve obedecer às seguintes recomendações gerais:

Ser digitado e impresso em um só lado do papel tipo A4 e em espaço duplo com uma margem de 3 cm à esquerda e 2 cm à direita, sem preocupação de que as linhas terminem alinhadas e sem dividir palavras no final da linha. Palavras a serem impressas em itálico podem ser sublinhadas.

O título deve dar uma idéia precisa do conteúdo e ser o mais curto possível. Um título abreviado deve ser fornecido para impressão nas cabeças de página.

Nomes dos autores – As indicações Júnior, Filho, Neto, Sobrinho etc. devem ser sempre antecedidas por um hífen. Exemplo: J. Pereira-Neto. Usar também hífen para nomes compostos (exemplos: C. Azevedo-Ramos, M. L. López-Rulf). Os nomes dos autores devem constar sempre na sua ordem correta, sem inversões. Não usar nunca, como autor ou co-autor nomes como Pereira-Neto J. Usar *e, y, and, et* em vez de & para ligar o último co-autor aos antecedentes.

Os trabalhos devem ser redigidos de forma concisa, com a exatidão e a clareza necessárias para sua fiel compreensão. Sua redação deve ser definitiva a fim de evitar modificações nas provas de impressão, muito onerosas e cujo pagamento ficará sempre a cargo do autor. Os trabalhos (incluindo ilustração e tabelas) devem ser submetidos em triplicata (original e duas cópias).

Serão considerados para publicação apenas os artigos redigidos em inglês. Todos os trabalhos deverão ter resumos em inglês e português. Esses resumos deverão constar no início do trabalho e iniciar com o título traduzido para o idioma correspondente. O Abstract e o Resumo devem conter as mesmas informações e sempre sumariar resultados e conclusões.

Em linhas gerais, as diferentes partes dos artigos devem ter a seguinte seriação:

1ª página – Título do trabalho. Nome(s) do(s) autor(es). Instituição ou instituições, com endereço. Indicação do número de figuras existentes no trabalho. Palavras-chave em português e inglês (no máximo 5). Título abreviado para cabeça das páginas. Rodapé: nome do autor correspondente e endereço atual (se for o caso).

2ª página e seguintes – Abstract (sem título). Resumo: em português (com título); Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Agradecimentos.

Em separado - Referências, Legendas das figuras, Tabelas e Figuras.

As seguintes informações devem acompanhar todas as espécies citadas no artigo:

- Para zoologia, o nome do autor e da data de publicação da

descrição original deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos;

- Para botânica e ecologia, somente o nome do autor que fez a descrição deve ser dada a primeira vez que a espécie é citada nos trabalhos.

O trabalho deverá ter, *no máximo*, 25 páginas, incluindo tabelas e figuras, em caso de Notes and Comments limitar-se a 4 páginas.

A seriação dos itens de Introdução e Agradecimentos só se aplicam, obviamente, a trabalhos capazes de adotá-la. Os demais artigos (como os de Sistemática) devem ser redigidos de acordo com critérios geralmente aceitos na área.

Referencias Bibliográficas:

1. Citação no texto: Use o nome e ano: Reis (1980); (Reis, 1980); (Zaluar e Rocha, 2000). Há mais de dois autores usar *et al.*
2. Citações na lista de referências, em conformidade com a norma *ISO 690/1987*.

No texto, será usado o sistema autor-ano para citações bibliográficas (estritamente o necessário) utilizando-se o utilizando-se *and* no caso de 2 autores. As referências, digitadas em folha separada, devem constar em ordem alfabética. Deverão conter nome(s) e iniciais do(s) autor(es), ano, título por extenso, nome da revista (abreviado e sublinhado), volume, e primeira e última páginas. Citações de livros e monografias deverão também incluir a editora e, conforme citação, referir o capítulo do livro. Deve(m) também ser referido(s) nome(s) do(s) organizador(es) da coletânea. Exemplos:

LOMINADZE, DG. *Cyclotron waves in plasma*. Traducido por AN. Dellis; editado por SM. Hamberger. 1st ed. Oxford: Pergamon Press, 1981. 206 p. International series in natural philosophy. Tradución de: Ciklotronnye volny v plazme. ISBN 0-08-021680-3.

PARKER, TJ. and HASWELL, WD., 1930. *A text-book of zoology*. 5th ed. vol 1. revised by WD. Lang. London: Macmillan. Section 12, Phylum Mollusca, p. 663-782.

WEAVER, W., 1985. The collectors: command performances. Photography by Robert Emmett Bright. *Architectural Digest*, December 1985, vol. 42, no. 12, p. 126-133.

WRIGLEY, EA. Parish registers and the historian. In STEEL, DJ. *National index of parish registers*. London: Society of Genealogists, 1968, vol. 1, p. 15-167.

Para outros pormenores, veja as referências bibliográficas em um fascículo.

A Revista publicará um Índice inteiramente em inglês, para uso das revistas internacionais de referência.

As provas serão enviadas aos autores para uma revisão final (restrita a erros e composição) e deverão ser devolvidas imediatamente. As provas que não forem devolvidas no tempo solicitado - 5 dias - terão sua publicação postergada para uma próxima oportunidade, dependendo de espaço.

Material Ilustrativo – Os autores deverão limitar as tabelas e as figuras (ambas numeradas em arábicos) ao estritamente necessário. No texto do manuscrito, o autor indicará os locais onde elas deverão ser intercaladas.

As tabelas deverão ter seu próprio título e, em rodapé, as demais informações explicativas. Símbolos e abreviaturas devem ser definidos no texto principal e/ou legendas.

Na preparação do material ilustrativo e das tabelas, deve-se ter em mente o tamanho da página útil da REVISTA (22 cm x 15,0 cm); (coluna: 7 cm) e a idéia de conservar o sentido vertical. Desenhos e fotografias exageradamente grandes poderão perder muito em nitidez quando forem reduzidos às dimensões da página útil. As pranchas deverão ter no máximo 30 cm de altura por 25 cm de largura e incluir barra(s) de calibração.

As ilustrações devem ser agrupadas, sempre que possível. A Comissão Editorial reserva-se o direito de dispor esse material do modo mais econômico, sem prejudicar sua apresentação.

Todos os desenhos devem ser feitos à tinta da China e apresentados de tal forma que seja possível sua reprodução sem retoques. As fotografias devem vir em papel brilhante. Nas fotos, desenhos e tabelas deve-se escrever, a lápis, no verso, o nome do autor e o título do trabalho.

Disquete – Os autores são encorajados a enviar a versão final (e somente a final), já aceita, de seus manuscritos em disquete. Textos devem ser preparados em Word for Windows e acompanhados de uma cópia idêntica em papel.

Recomendações Finais: Antes de remeter seu trabalho,

preparado de acordo com as instruções anteriores, deve o autor relê-lo cuidadosamente, dando atenção aos seguintes itens: correção gramatical, correção datilográfica (apenas uma leitura sílaba por sílaba a garantir), correspondência entre os trabalhos citados no texto e os referidos na bibliografia, tabelas e figuras em arábicos, correspondência entre os números de tabelas e figuras citadas no texto e os referidos em cada um e posição correta das legendas.

Política de Publicação

ASSOCIAÇÃO DA REVISTA BRASILEIRA DE BIOLOGIA

(ASRBB)

Criou-se uma ASSOCIAÇÃO DA REVISTA BRASILEIRA DE BIOLOGIA, formada por um grupo de pesquisadores das áreas Biológicas e Ecológicas interessado em dar continuidade na publicação do Brazilian Journal of Biology - BJB (antiga Revista Brasileira de Biologia) que possui uma tradição de 68 anos, indexados em vários indexadores internacionais tais como: Thomson Reuters/ISI Web of Knowledge: Science Citation Index Expanded (SciSearch) - Journal Citation Reports/Science Edition - Master Journal List, Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Zoological Records; Aqualine Abstracts (Cambridge Scientific Abstracts), Entomological Abstracts; Helminthological Abstracts; Review of Medical and Veterinary Entomology; Review of Agricultural; Sumários de Revistas Brasileiras; Selective Indexation at the ASFA database; Index Medicus; MEDLINE/PubMed; LILACS e SCIELO, e tem conceito "A" no Qualis da Capes.

A Revista publica anualmente 4 números com aproximadamente 920 páginas por Volume, e tem tido uma procura muito grande sendo praticamente a única revista com continuidade nas áreas biológicas e ecológicas na América Latina com ênfase em trabalhos da região neotropical.

Até 1998, a Revista foi mantida pela Academia Brasileira de Ciências através do contrato com a FINEP. Em 1999, o Instituto Internacional de Ecologia assumiu o compromisso de dar continuidade à publicação da Revista, em contrato assinado com a Academia Brasileira de Ciências.

Para que o BJB não dependa exclusivamente do financiamento de órgãos governamentais o IIE que se responsabilizou em manter a publicação do BJB, com periodicidade precisa e em alto nível de qualidade dos artigos, organizou uma associação de pesquisadores que tem preocupação em manter um periódico das áreas biológicas e ecológicas e que possui um reconhecimento internacional, a fim de manter um "outlet" importante na área de Biologia e Ecologia

Neotropical.

A associação não tem fins lucrativos e todos os recursos são aplicados exclusivamente na revista que está se consolidando como a grande revista de BIOLOGIA E ECOLOGIA NEOTROPICAL.

O custo anual da manutenção da revista está em torno de R\$ 110.000,00.

Os associados à revista sendo "1º autor" do artigo teriam as seguintes facilidades e ofertas de serviços:

- Prioridade na publicação de trabalhos científicos apresentados de acordo com as normas da revista e aprovados após análise pelos pares e aprovação pela Comissão Editorial.
- Recebimento de 25 separatas do trabalho após a publicação.
- Espaço para informações sobre laboratórios congressos científicos e cursos.
- Recebimento de números especiais.
- Recebimento dos quatro números anuais da revista, ou seja, receberão o volume completo da publicação anualmente.
- Em contrapartida os associados deverão manter em dia o pagamento das anuidades:
A anuidade para os associados são de R\$ 330,00 à vista ou R\$ 360,00 em 3 parcelas de R\$ 120,00, pagas no início de cada ano. (preço vigente para 2009).

A associação será sem fins lucrativos e todos os recursos serão aplicados exclusivamente na revista que deverá se consolidar como a grande revista de BIOLOGIA NEOTROPICAL.

- *A assinatura da Revista anual passará a custar R\$380,00 em território nacional e US\$ 250.00 (duzentos e cinquenta dólares) no exterior.*
- *Os artigos cujo "1º autor" não é associado, mas que forem aceitos na revista terão o custo de R\$ 80,00 por página impressa reajustáveis.. (preço vigente para 2009)*
- *Formas e condições de pagamento para assinatura ou filiação a ASRBB acessar o site: www.bjb.com.br*

6. Considerações Finais

O estudo focou a dinâmica populacional, comportamento e migração espaço-temporal do tubarão-baleia no ASPSP. Pudemos observar que os tubarões-baleia não permanecem por muito tempo nas imediações do arquipélago e ao partirem, realizam mergulhos crepusculares e profundos, permanecendo a maior parte do tempo na camada de mistura, próximos à superfície.

Esta foi a primeira iniciativa para se compreender aspectos populacionais, bem como a movimentação de tubarões-baleia no Atlântico Equatorial e terá continuidade na expectativa de alcançar um conhecimento mais aprofundado acerca da sua população e migração que são aspectos essenciais para a construção de estratégias mais adequadas de conservação.

Em complementação aos estudos realizados no ASPSP, a identificação e o mapeamento de habitats do tubarão-baleia na costa brasileira são fundamentais para se alcançar uma compreensão adequada acerca da sua distribuição e sazonalidade, assim como a marcação de tubarões-baleia ao longo do litoral do Brasil. Para se alcançar esse objetivo, levando-se em consideração a extensão da costa brasileira, é fundamental a colaboração inter-regional por meio de um programa de monitoramento nacional da espécie.

7. Anexos

7.1. Anexo I- Formulário de avistagem.



**PROJETO TUBARÃO-BALEIA
FORMULÁRIO
DE
AVISTAGEM**



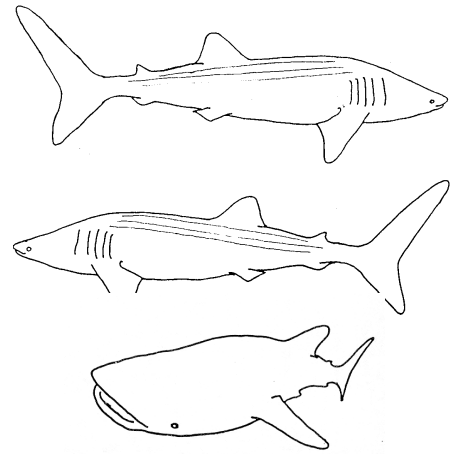
DATA:	LOCAL:	HORA.....
POSICÃO: Latitude:	Longitude:	
Duração da observação:		
DADOS DOS TUBARÕES		
Número de exemplares:	Possui etiqueta:	
Tamanho aproximado:		
Sexo:		
Direção da natação:	Parado.....	Em movimento.....
Profundidade de natação:		
Distância da Embarcação:		
Marcas Naturais ou Artificiais:		
OBS.....		
.....		
.....		
DADOS AMBIENTAIS		
Distância da ilha:	Temperatura do ar.....	
Força e direção da corrente:		
Força e direção do vento:	Temperatura da água.....	
Fase da lua:		
Profundidade do local:		
Chuva: Sim..... Não		
Cobertura de nuvens: sem nuvens..... 1/4	2/4 3/4..... 4/4	
Condição do mar: Calmo:..... Pouco agitado..... Agitado.....Muito agitado.....		
DADOS DO OBSERVADOR		
Nome:		
Nome da embarcação:		
Nome da Firma:	Telefone:	E-mail:
Fotos: Sim..... Não		
Filmagem: Sim	Não	
Avistagem: A olho nu Com binóculo		
OBS.....		
.....		
.....		
FAVOR DEVOLVER PARA:		
Bruno Macena - Projeto Tubarão-Baleia		
Laboratório de Oceanografia Pesqueira (LOP)		
Departamento de Pesca e Aqüicultura (DEPAq) – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)		
Av. Dom Manuel de Medeiros s/n Dois Irmãos RECIFE-PE		
CEP: 52171-900 Fone/Fax:0xx81- 33206512 E-mail: brunomacena@hotmail.com		

Caso sejam tiradas fotografias, o ideal é registrar os pontos abaixo.

OBS: é importante fotografar os dois lados porque eles apresentam diferentes padrões de manchas.



O tubarão apresenta alguma cicatriz ou marca aparente?

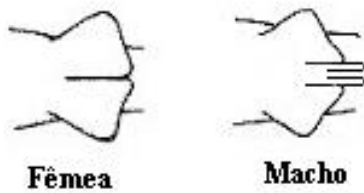


Máximo de abertura da boca:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
-----		-----		-----
Fechada		Meio aberta		Completamente aberta



Para determinar o sexo, observe a presença de clássper:



Outras observações:

7.2. Anexo II- Script utilizado para refinamento da geolocalização.

```
% run_sstlats_412F_batch.m

% A Matlab run script for old-school manual operation of FindLats which
% provides simple(r) access to all the call parameters available in the
% latest versions of FindLats.

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Give path to the data file directory:

datadir = '\';

% Give file name to the batch tag metadata .csv file:
% (assumed to be in the data file directory)

infile = 'run_sstlats_metadata';

% Add path to the FindLats' Matlab routines directory:

addpath('D:\findlats\FindLatsMatlabCode\');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% It is sometimes necessary to fake an archival tag into looking like a
% standard PAT tag if there is no time series data, but still have day
% log data. In that case you create your own LF and maxdepth files and you
% don't want to run the psat2sstlats_in routine. This flag is used to turn
% off calling that routine. Default is true (= 1), to use the routine. Set
% false (=0) to skip.

usepsat2lat = 1;
```

%%%%%%%%
%%%%%%%%

% Optional parameters to set zdir, sstdir, etc., so don't have to edit them
% in the actual FindLats_nnn_F.m code. They must be used in full given
% sequence, i.e., e.g., if you want to set CloudLimit, then you have to set
% all of the preceding parameters from surfacedepth on as well. If you
% don't want to set all of them, then you only need to set those up to and
% including the last one you want to set. Other parameters are set on a
% tagfile-by-tagfile basis later in the code. You can comment out the ones
% you don't use past the sequence of the ones you do use, or you can
% comment them all out. The commented ones will use defaults. You CANNOT
% comment out a segment in the middle of the sequence.

```
surfacedepth = 3;  
searchsize = [200 200];  
maxmove = 1; %max latitude move  
lon_degperday = 2; %max longitude move  
plottrk = 'n';  
sstdir = 'D:\findlats\sst';  
%sstdir = 'C:\Documents and Settings\André\Desktop\pbft\sst';  
zdir = 'D:\findlats\bathymetry';  
filter = 'sst1';  
log = 0;  
MinLatSearch = 0;  
MaxLatSearch = 70;  
CloudLimit = 70;
```

%%%%%%%%
%%%%%%%%

% These are default strings normally used on the end of file names as they
% come from the incoming data processing flow code. They can be changed if
% you use some other standard naming convention.

```

lonfilebase = '_longitude.csv';
sstinfilebase = 'LF.txt'; % this the LF file
pdtinfilebase = '_pdt.csv';
maxdepthfilebase = 'MD.csv';
rawdatafilebase = 'DC.mat'; % this is the time series file - CL,DC etc.

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

pwd
infile = strcat(datadir,infile)
[patnum,startlat,startlon,tagdate,endlat,endlon,enddate,tagtype, ...
tempdelay] = textread(infile,'%s%f%f%s%f%f%s%f', 'headerlines',1, ...
    'delimiter',',');
for i = 1:length(startlat)
    loninfile = strcat(datadir,char(patnum(i)),lonfilebase);
    sstlats_infile = strcat(datadir,char(patnum(i)),sstinfilebase);
    pdtinfile = strcat(datadir,char(patnum(i)),pdtinfilebase);
    maxdepth_outfile = strcat(datadir,char(patnum(i)),maxdepthfilebase);
    if strcmp(char(tagtype(i)), 'stdarch')
        rawdatafile = strcat(datadir,char(patnum(i)),rawdatafilebase);
        numrawdatafiles = length(dir(rawdatafile));
        if numrawdatafiles == 0
%         rawdatafile = strcat(datadir,char(patnum(i)), '_out.mat');
%         numrawdatafiles = length(dir(rawdatafile));
%         if numrawdatafiles == 0
            continue % skip to next record if file not found
%         end
        end
    elseif strcmp(char(tagtype(i)), 'stdpat')
        if (usepsat2lat)
            psat2sstlats_in(loninfile,pdtinfile,sstlats_infile,maxdepth_outfile, ...
                tagdate(i),surfacedepth);

```

```
end
rawdatafile = "";
else
rawdatafile = "";
end
sstlats_outfile = strcat(datadir,char(patnum(i)),'_lf',num2str(lon_degperday),'_ss', ...
num2str(searchsize(1)),'_mv',num2str(maxmove),'_sd',num2str(surfacedepth), ...
'_413F.csv');

% sstlats_outfile = strcat(datadir,char(patnum(i)),'_sstlats_out_ss', ...
% num2str(searchsize(1)),'_mv',num2str(maxmove), ...
% '_411F.csv');

pwd
zdir
sstdir

FindLats_413_F(sstlats_infile,rawdatafile,sstlats_outfile, ...
[startlat(i) startlon(i)],tagdate(i),[endlat(i) endlon(i)], ...
enddate(i),tagtype(i),maxmove,searchsize,surfacedepth, ...
tempdelay(i),maxdepth_outfile,lon_degperday,plottrk, ...
sstdir,zdir,filter,log, ...
MinLatSearch,MaxLatSearch,CloudLimit);

% FindLats_210_med(sstlats_infile,rawdatafile,sstlats_outfile, ...
% [startlat(i) startlon(i)],tagdate(i),[endlat(i) endlon(i)], ...
% enddate(i),tagtype(i),maxmove,searchsize,surfacedepth, ...
% tempdelay(i),maxdepth_outfile,lon_degperday,plottrk);

end
clear;
```