



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

João Vitor Albuquerque Veloso

Estrutura populacional e influência ambiental na  
abundância de tubarões-baleia (*Rhincodon typus* Smith  
1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.

Recife, PE

2021

# JOÃO VITOR ALBUQUERQUE VELOSO

Estrutura populacional e influência ambiental na abundância de tubarões-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin

*(In memoriam)*

Coorientador: Dr. Bruno César Luz Macena Rocha

Recife, PE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

J62e

veloso, João Vitor Albuquerque

Estrutura populacional e influência ambiental na abundância de tubarões-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. / João Vitor Albuquerque veloso. - 2021.  
29 f. : il.

Orientador: Fabio Hissa Vieira Hazin.

Coorientador: Bruno Cesar Luz Macena Rocha.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2021.

1. estrutura populacional. 2. marcação-recaptura. 3. foto identificação. 4. censo visual. I. Hazin, Fabio Hissa Vieira, orient. II. Rocha, Bruno Cesar Luz Macena, coorient. III. Título

CDD 574

---

# JOÃO VITOR ALBUQUERQUE VELOSO

Estrutura populacional e influência ambiental na abundância de tubarões-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil.

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

## BANCA EXAMINADORA

---

Profº Drº Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira (Primeiro Titular)  
Departamento de Pesca e Aquicultura / UFRPE

---

Drª. Patrícia Barros Pinheiro (Segundo Titular)  
Departamento de Educação/ UNEB

---

Drª Natália Priscila Alves Bezerra (Terceiro Titular)  
Departamento de Pesca e Aquicultura / UFRPE

---

Drª. Ilka Siqueira Lima Branco Nunes (Suplente)  
Departamento de Pesca e Aquicultura / UFRPE

Dedico este trabalho aos meus pais por sempre apoiarem os meus sonhos e ao Professor Fábio Hissa Vieira Hazin pelas oportunidades dadas a mim.

## Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer aos meu pai, Claudio, por sempre me incentivar a seguir meus sonhos e me apoiar nesta trajetória de todas as formas possíveis, pois foi junto com ele que surgiu a paixão pela natureza e boa parte do meu conhecimento empírico a respeito desta área.

A minha mãe, Zilda, que sempre fez de tudo para que eu tivesse uma boa educação e me deu todo o amor e apoio que eu precisava para chegar até aqui. Eu sei de todo o esforço dela e a admiro muito por isso.

À todas as amizades que adquiri ao longo do curso, por todo o conhecimento compartilhado, todas as reuniões na biblioteca para estudar e todos os encontros para descontraír. Em especial aos que se tornaram mais próximos, Romulo, Gabriella, Milena e Ilana por todas as histórias compartilhadas, caronas, aulas de campo e seminários juntos vocês fizeram cada momento ser mais descontraído. E a minha maior companheira da faculdade, Rayssa, não tenho palavras pra explicar a minha gratidão por ter te conhecido quando me mudei para Recife, e você esteve comigo do começo ao fim, sempre me ouvindo, estudando comigo, me motivando, me fazendo rir, me dando conselhos e dizendo que eu tenho o dedo podre. Guardo cada um de vocês no meu coração e sempre vou estar aqui se precisarem.

As minhas amigas de Fortaleza, Victória e Amanda, que mesmo com a distância, nunca me abandonaram. Sempre estiveram disponíveis quando precisei, para ouvir minhas angústias e comemorar minhas vitórias. Obrigado a vocês duas por estarem comigo desde muito antes disso tudo!

Aos meus amigos e companheiros do LEP/LOP/LATEP, laboratório que faço parte desde o segundo período, pois sem vocês eu não teria metade do conhecimento que tenho hoje. Obrigado por cada bronca, cada dia de triagem, cada hora na bancada, coletas, congressos e confraternizações. Em especial aos mais próximos, Lucas, Natália, Bruno, Polly, Zeca, Sidney, Yuri e Bella.

Ao Professor Fábio Hazin que me abriu inúmeras portas, me deu oportunidades incríveis de trabalhar em lugares que eu nunca imaginei conhecer, infelizmente ele nos deixou antes do que gostaríamos, e eu sinto muito não ter tido oportunidade de ter aproveitado mais todo o conhecimento que o Senhor poderia me proporcionar, mas sou eternamente grato pelo que o Senhor fez por mim e por todo o seu legado deixado aos seus alunos e ao mundo da ciência.

Agradecer também ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de suporte financeiro.

E a todos os outros que contribuíram de alguma forma na construção deste trabalho, na minha formação acadêmica e na minha evolução pessoal e profissional.

## RESUMO

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) é um importante local de observação do tubarão-baleia no Brasil por apresentar a maior frequência de avistamentos conhecida no país. No presente trabalho, os dados de avistamentos durante expedições científicas realizadas entre 2005 e 2018 (13 anos) foram computados e analisados. As informações sobre os avistamentos foram agrupadas por mês, calculando-se a frequência relativa mensal, que foi, então, avaliada em relação a variáveis ambientais (temperatura e clorofila) obtidas por sensoriamento remoto, com o objetivo inferir sobre a sua influência na frequência de ocorrência da espécie naquele local. Também foram coletados fotos e vídeos dos tubarões-baleia. As imagens que apresentaram qualidade satisfatória foram processadas utilizando o programa semi-automatizado chamado I<sup>3</sup>S (*Interactive Individual Identification System*). Os resultados obtidos até o momento são de grande importância para a compreensão dos aspectos populacionais, comportamentais, dos hábitos alimentares e movimentos migratórios do tubarão-baleia no Oceano Atlântico, já que fortalecem a hipótese de que as avistagens podem ter relação com as variáveis ambientais como temperatura superficial do mar (TSM) e concentração de clorofila-*a*, incluindo uma possível fidelidade ao arquipélago já que por foto identificação confirmamos cinco reavistamentos sendo três com poucos dias de diferença, um com cerca de um ano e um indivíduo reavistado três vezes em anos diferentes. .

**Palavras-chave:** estrutura populacional, marcação-recaptura, fotoidentificação, censo visual.

## ABSTRACT

26

27 Saint Peter and Saint Paul's Archipelago (SPSPA) is an important site of Whale shark  
28 observations in Brazil as it has the highest frequency of sightings known in the country.  
29 In the present work, data from sightings during scientific expeditions carried out  
30 between 2005 and 2018 (13 years) were computed and analyzed. Information on  
31 sightings was grouped by month, calculating the relative monthly frequency which was  
32 then compared with the environmental variables (temperature and chlorophyll *a*)  
33 obtained by remote sensing, with the objective of inferring their influence on the  
34 frequency of occurrence of the species in the archipelago. Photos and videos of the  
35 whale sharks were also collected. The images that presented satisfactory quality were  
36 processed using the semi-automated program called I<sup>3</sup>S (*Interactive Individual*  
37 *Identification System*). The results obtained so far are of great importance for the  
38 understanding of population structure, behavioral, feeding habits and migratory  
39 movements of the whale shark in the Atlantic Ocean, as they strengthen the hypothesis  
40 that sightings may be related to environmental variables such as sea surface temperature  
41 (SST) and chlorophyll-*a* concentration, including a possible loyalty to the archipelago  
42 since by photo-identification we confirmed five re-sightings, three within a few days  
43 each other, one with about a year and an individual re-visited three times in different  
44 years.

45

46 **Keywords:** population structure, mark-recapture, photoidentification,  
47 visual census.

48

49



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

50	
51	
52	Figura 1. Localização geográfica do ASPSP, onde foram obtidas as imagens do tubarão-baleia
53	( <i>Rhincodon typus</i> )..... 14
54	Figura 2. Frequência relativa (%) por mês do tubarão-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ) observados no
55	ASPSP..... 17
56	Figura 3. Observação por unidade de esforço por mês do tubarão baleia ( <i>Rhincodon typus</i> )
57	observados no ASPSP ..... 18
58	Figura 4. Média mensal da temperatura superficial do mar (TSM) e seu desvio padrão (barras
59	verticais) referente aos dias de ocorrência de tubarões-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ), para uma área
60	de 50 km <sup>2</sup> nas cercanias do ASPSP, no período de 2005 a 2018 ..... 18
61	Figura 5. Média mensal da anomalia da temperatura superficial do mar (TSM) e seu desvio
62	padrão (barras verticais) referente aos dias de ocorrência de tubarões-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ),
63	para uma área de 50 km <sup>2</sup> nas cercanias do ASPSP, no período de 2005 a 2018..... 19
64	Figura 6. Média mensal da concentração de clorofila superficial (mg/m <sup>3</sup> ) e seu desvio padrão
65	(barras verticais) referente aos dias de ocorrência de tubarões-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ), para
66	uma área de 50 km <sup>2</sup> nas cercanias do ASPSP, no período de 2005 a 2018..... 19
67	Figura 7. Universo amostral indicando os dias de observação por mês e ano, sendo janeiro
68	(preto), fevereiro (vermelho), março (verde), abril (azul escuro), maio (azul claro), junho (roxo),
69	julho (amarelo), setembro (cinza), outubro (preto) e novembro (vermelho)..... 21
70	Figura 8. Boxplot e média (linha verde) de concentração de clorofila a em mg/m <sup>3</sup> por mês
71	agrupado em que os tubarões-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ) foram avistados. .... 21
72	Figura 9. Boxplot e média (linha vermelha) da temperatura superficial do mar (°C) por mês
73	agrupado em que os tubarões-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ) foram avistados. .... 22
74	Figura 10. Comparação entre a média de concentração de clorofila (mg/m <sup>3</sup> ; linha verde) e da
75	temperatura superficial do mar (°C; linha vermelha). .... 22
76	Figura 11. Confirmação visual de identificação de um tubarão-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ) (ASP-
77	355) registrado pela primeira vez em junho de 2012 (superior) e reavistado em março de 2013
78	(inferior). .... 24
79	Figura 12. Confirmação visual de identificação de um tubarão-baleia ( <i>Rhincodon typus</i> ) (ASP-
80	400.2) registrado pela primeira vez em abril de 2014 (superior esquerda) e reavistado pela
81	primeira vez em maio de 2016 (inferior esquerda) através do flanco direito. Segundo
82	pareamento realizado através de imagem do flanco esquerdo do primeiro reavistamento em
83	maio de 2016 (superior direita), sendo reavistado pela última vez em abril de 2017 (inferior
84	direita). .... 25
85	
86	

87

88

89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

90

91 ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

92 ASPSP Arquipélago de São Pedro e São Paulo

93 TSM Temperatura superficial do mar

94 CHL Clorofila *a*

95 ATS Anomalia da temperatura superficial

96

**SUMÁRIO**

97		
98		
99	<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
100	<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
101	<b>3 MATERIAIS E METODOS.....</b>	<b>13</b>
102	<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
103	<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
104	<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>
105		
106		
107		
108		
109		

110

111

## 1 INTRODUÇÃO

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

O tubarão-baleia (*Rhincodon typus* Smith 1828), pertencente à ordem Orectolobiformes e a família Rhincodontidae, é uma espécie de habito alimentar filtrador e conseqüentemente muito dócil, quando comparada com outras espécies de tubarão, mesmo possuindo um grande porte, figurando como o maior de todos os peixes conhecidos na atualidade. Apesar da sua ampla distribuição, estando presente em todos os oceanos do mundo, o entendimento sobre sua dinâmica populacional é ainda muito escasso, principalmente em relação ao seu ciclo reprodutivo (Rowat e Brooks 2012). Conhecer melhor a sua distribuição geográfica, além de aspectos fundamentais da sua biologia, como a sua reprodução, entretanto, é fator indispensável para assegurar a sua conservação, particularmente em razão de suas características como espécie k-estrategista (*i.e.* maturação tardia, longevidade alta, crescimento lento) e, portanto, com baixa resiliência. Atualmente, o tubarão-baleia está classificado mundialmente, pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), como “em perigo” (A2bd+4bd) (Pierce e Norman 2017). No Brasil, o tubarão-baleia é classificado como vulnerável sendo sua captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização proibidos (Portaria MMA nº 445 de 2014 e IN MMA nº5 de 2004 e ICMBIO 2018). Por esse motivo, é de extrema importância gerar conhecimentos sobre a sua dinâmica populacional e ciclos biológicos, incluindo o mapeamento geográfico da sua ocorrência e de seus habitats essenciais, no intuito de melhor balizar a avaliação dos potenciais riscos para a sua conservação, assim como a conseqüente adoção de medidas adequadas para o seu manejo.

A presença de marcas naturais de identidade em algumas espécies pode eliminar a necessidade de marcadores físicos e também ser um meio permanente de identificar indivíduos, como é o caso do tubarão-baleia (Arzoumanian et al., 2005; Rowat et al., 2009). Diversos estudos comprovam a eficácia e confiabilidade da utilização deste método para o estudo de populações de tubarão-baleia, como, por exemplo, na Austrália Ocidental (Meekan et al 2006), Seicheles (Rowat et al 2011), Galápagos (Marrero et al 2014) e Maldivas (Riley et al 2010), entre outros (revisão em Rowat e Brooks 2012); que possibilitaram obter informações a respeito do tamanho das populações, tempo de residência, mortalidade, fidelidade local, entre outros

142 parâmetros da dinâmica populacional da espécie no intuito de melhor entender a  
143 história de vida do tubarão-baleia no Oceano Atlântico.

144 Diversos estudos já sinalizaram uma possível relação entre a movimentação dos  
145 tubarões-baleia e fatores ambientais, como clorofila *a* e temperatura da superfície do  
146 mar (TSM) (Taylor e Pearce 1999; Sequeira et al 2011; Afonso et al 2014),  
147 particularmente em locais onde a sua ocorrência é mais comum, como no caso do  
148 Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP). Regiões onde acontecem agregações  
149 sazonais previsíveis de tubarões-baleia são de extrema importância para estudar a  
150 espécie de forma regular. As informações geradas a partir destes eventos, nesses locais,  
151 são de grande importância para avaliar diversos aspectos da sua história de vida, como  
152 aqueles relacionados à dinâmica e estrutura populacional e sazonalidade de ocorrência,  
153 tais como em Seicheles (Rowat et al 2011), Galápagos (Acuña-Marrero et al 2014),  
154 Maldivas (Riley et al 2010), e Austrália Ocidental (Meekan et al 2006), entre outros  
155 (revisão em Rowat e Brooks 2012). Nesse contexto, o presente estudo, portanto,  
156 analisou a abundância relativa e a influência de variáveis ambientais, notadamente  
157 temperatura da superfície do mar e clorofila *a*, nas aparições de tubarões-baleia no  
158 ASPSP. Além de avaliar a fidelidade local por meio de foto identificação que se tornou  
159 uma atraente opção para os pesquisadores que buscam minimizar o distúrbio de  
160 populações sensíveis ou ameaçadas de elasmobrânquios, já que tal procedimento  
161 consiste em uma alternativa não invasiva às técnicas comuns de marcação (Marshall e  
162 Pierce 2012).

163

164

165

## 2 OBJETIVOS

166

### 167 **Geral**

168 Identificar individualmente, por fotoidentificação e avaliar a razão sexual dos  
169 espécimes avistados, além de investigar a influência de variáveis ambientais  
170 (concentração de clorofila-*a* e temperatura superficial do mar) na sua abundância  
171 relativa nas proximidades do arquipélago. Espera-se, assim, aportar informações  
172 inéditas para subsidiar o planejamento de medidas de manejo mais adequadas não  
173 somente para a conservação da espécie, mas para esse importantíssimo ecossistema  
174 insular.

### 175 **Específicos**

- 176 • Identificar os indivíduos por fotografias e vídeos;
- 177 • Calcular a proporção sexual total;
- 178 • Calcular o índice de abundância relativa
- 179 • Determinar os meses de maior frequência de ocorrência;
- 180 • Compreender a influência das variáveis ambientais na frequência de ocorrência;
- 181 • Descrever comportamentos e relações ecológicas registradas durante os mergulhos.

182

183

### 3 MATERIAIS E METODOS

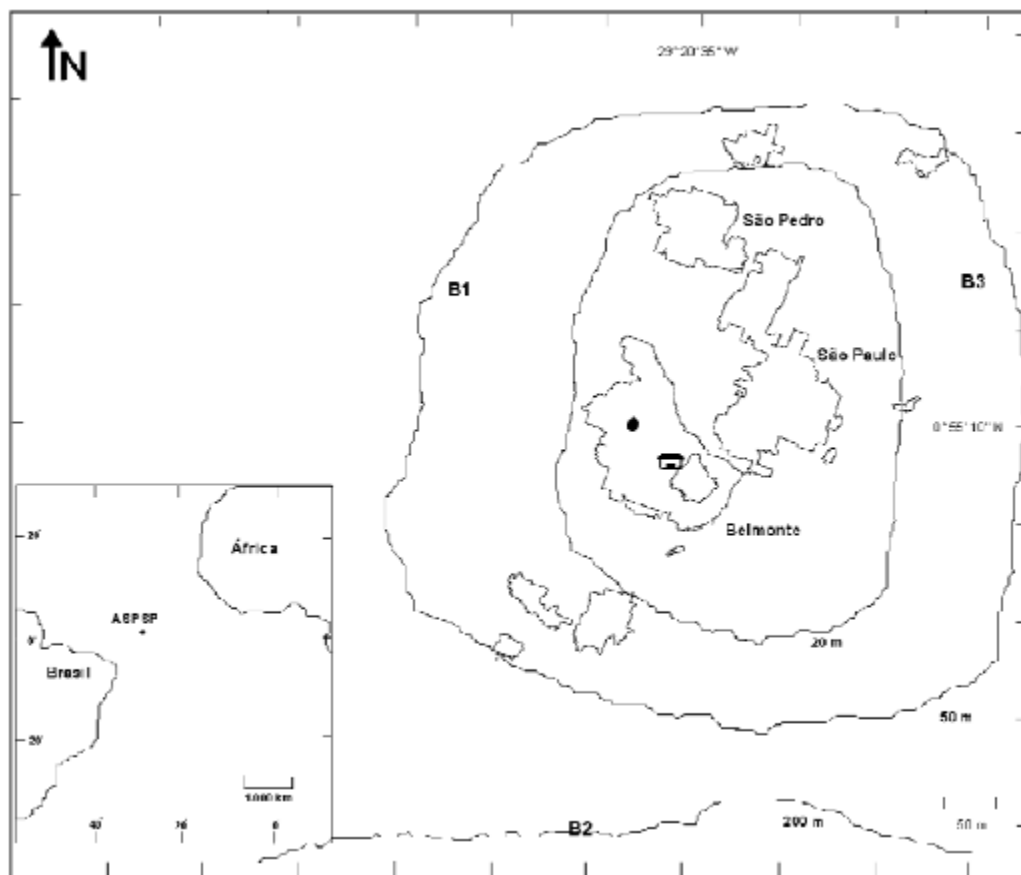
184

#### 185 **Área de Estudo**

186 O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) (Figura 1) é formado por um  
187 pequeno grupo de ilhotas rochosas, com uma área emersa total de aproximadamente  
188 17.000 m<sup>2</sup> e uma distância entre as extremidades de 420 m (Mabesoone e Coutinho,  
189 1970). Localizado na região equatorial, a cerca de 60 milhas náuticas (mn) ao norte da  
190 linha do equador (0°55'02"N, 029°20'42"W), o ASPSP faz parte da Cadeia dorsal meso-  
191 Atlântica, distando cerca de 530 mn de Natal- RN (Brasil) e 985 mn da Guiné-Bissau  
192 (África). Do ponto de vista da circulação oceânica, está inserido no complexo sistema  
193 equatorial de correntes (Molinari, 1983; Richardson e Mckee, 1984), sendo diretamente  
194 influenciado pela Corrente Sul Equatorial (CSE), que flui o ano inteiro no sentido leste-  
195 oeste, e pela corrente equatorial submersa (CES), que flui sub-superficialmente, entre  
196 50-100 m de profundidade, no sentido oeste-leste (Peterson e Stramma, 1991; Stramma  
197 e Schott, 1999). O ASPSP é um importante local de concentração sazonal do tubarão-  
198 baleia em águas brasileiras (Hazin et al., 2008), com maior abundância entre os meses  
199 de fevereiro e junho e uma distribuição equilibrada entre indivíduos jovens e adultos,  
200 que utilizam a área tanto com propósitos alimentares como de reprodução (Macena e  
201 Hazin, 2016).

202 A remota localização do ASPSP, situado estrategicamente entre os hemisférios  
203 norte e sul e entre os continentes sul-americano e africano, faz com que o mesmo exerça  
204 um papel de grande importância na rota migratória de diversas espécies marinhas,  
205 inclusive do tubarão-baleia. A elevada abundância da espécie no ASPSP faz com que o  
206 mesmo seja uma das áreas mais favoráveis à pesquisa da espécie no mundo.

207 Figura 1. Localização geográfica do ASPSP, onde foram obtidas as imagens do tubarão-  
 208 baleia (*Rhincodon typus*).



209

210

### 211 **Coleta de Dados**

212

213

214 Para o desenvolvimento do presente estudo, foi utilizado um banco de dados de  
 215 registros de ocorrências já existente, compilado entre 2005 e 2018. Durante as  
 216 expedições, a presença dos tubarões-baleia no ASPSP foi verificada de duas formas: 1)  
 217 observação na superfície, a partir do barco de apoio à pesquisa; e 2) mergulho livre e/  
 218 ou autônomo.

218

219 No primeiro modo de localização, a equipe aguardava o surgimento de tubarões-baleia  
 220 na proximidade da embarcação, registrando-se o tempo de esforço de observação e  
 221 realizando-se, em seguida, mergulho livre para a coleta de dados complementares (i.e.  
 222 tamanho, sexo, e comportamento, além de fotos e vídeos para posterior análise). Na  
 223 observação por meio de mergulho livre, a equipe realizava buscas subaquáticas nas  
 224 proximidades do ASPSP registrando-se o tempo de mergulho, principalmente a oeste da  
 225 ilha, onde o barco de apoio permanece atracado durante o dia. Os dias nos quais foi  
 226 desenvolvido esforço de observação do tubarão-baleia foram contabilizados a fim de se  
 estimar a abundância relativa da espécie na área. As imagens registradas durante os



227 mergulhos com os tubarões-baleia foram utilizadas para fotoidentificação, técnica  
228 amplamente utilizada para estudos populacionais sobre a espécie (Meekan et al 2006,  
229 Rowat et al 2011, Marrero et al 2014 e Riley et al 2010). Para tanto, foram realizadas  
230 imagens de ambos os flancos, na região acima da nadadeira peitoral e logo após a quinta  
231 fenda branquial, no sentido antero-posterior.

232 Para avaliação da influência das variáveis ambientais na abundância dos  
233 tubarões-baleia no ASPSP, foram utilizados dados de sensoriamento remoto da  
234 temperatura da superfície do mar (TSM) (Multi-scale Ultra-high Resolution (MUR)  
235 SST Analysis fv04.1, Global, 0.01°, Monthly) e sua anomalia (ATS) (Multi-scale Ultra-  
236 high Resolution (MUR) SST Analysis Anomaly fv04.1, Global, 0.01°, Monthly), ambas  
237 em graus Celsius (°C); e da concentração de clorofila *a* (CHL) (Chlorophyll-*a*, Aqua  
238 MODIS, NPP, L3SMI, Global, Science Quality Monthly Composite), em mg/m<sup>3</sup>. Todos  
239 os dados ambientais foram obtidos online  
240 (<https://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap/index.html>), no site da ERDDAP,  
241 administrado pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Os  
242 dados ambientais nos dias de avistamento foram obtidos para o período compreendido  
243 entre 2005 e 2018 com resolução espacial média de 0.5°x0.5°, para reduzir a quantidade  
244 de ausência de dados ambientais quando obtidos em maior resolução, utilizando-se o  
245 pacote de funções xtractomatic (xtractomatic\_3.4.2) no programa R (R Core Team  
246 2021).

247

## 248 **Análise dos dados**

249

250 O comprimento total dos Tubarões baleia foi estimado comparando-se os  
251 indivíduos com algum abjetos de tamanho conhecido, como mergulhador ou bote  
252 inflável |(Macena e Hazin 2016).

253 A proporção sexual foi calculada e posteriormente realizado um teste de qui-  
254 quadrado para avaliar se há diferença entre os sexos.

255 Para identificação dos tubarões-baleia foi utilizado o programa semi-  
256 automatizado *Individual Identification System- I<sup>3</sup>S* (van Thienhoven et al., 2007), que  
257 possibilita individualizar os tubarões-baleia através do seu padrão de manchas e listras  
258 localizadas na área posterior à quinta fenda branquial e anterior à nadadeira dorsal. As  
259 imagens dos tubarões-baleia foram classificadas, quanto à sua qualidade (i.e. foco,  
260 nitidez, ângulo), e processadas, seguindo-se o protocolo de Speed et al. (2007). Após a  
261 análise comparativa realizada pelo programa I<sup>3</sup>S, os tubarões-baleia identificados

262 previamente são listados por um *score* de similaridade no qual os valores entre 0 e 10  
263 indicam possível pareamento, sendo o valor mais baixo o que indica maior similaridade.  
264 A avaliação final/ confirmação de pareamento foi realizada visualmente pelo usuário. O  
265 flanco esquerdo foi escolhido por ser o lado padrão estabelecido para a biblioteca online  
266 global do tubarão-baleia “*Wildbook for Whale Sharks*” ([www.whalesharks.org](http://www.whalesharks.org)), na qual  
267 as imagens obtidas durante o presente estudo foram inseridas e comparadas. No entanto,  
268 imagens do flanco direito também foram comparadas em complementação da  
269 verificação de reavistamento.

270 Para estimar os meses de maior ocorrência, foi utilizado um índice de abundância  
271 relativa denominado de OPUE (observação por unidade de esforço), estimado em  
272 termos do número de indivíduos observados por dia de expedição, agrupados por mês,  
273 entre os anos de 2005 e 2018. A variação mensal da frequência relativa foi comparada  
274 usando o teste do qui-quadrado. Esses dados foram filtrados retirando-se os  
275 reavistamentos confirmados através da foto identificação para minimizar os possíveis  
276 avistamentos duplicados dentro dos meses pesquisados, embora isso não elimine  
277 totalmente a possibilidade de duplicatas.

278 Para testar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk através  
279 da função `Shapiro.test` e posterior teste de Wilcoxon através da função  
280 `pairwise.wilcox.test` para comparar as variáveis ambientais com os meses de  
281 observação. Foi realizada uma exploração das variáveis resposta e explicativas  
282 utilizando a ANOVA através da função `(aov)` e posterior teste de TUKEY através da  
283 função `(TukeyHSD)`, ambos do pacote ‘stats’, todas as análises foram feitas utilizando-  
284 se o programa R.

285

286

287

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

288

289

290

291

292

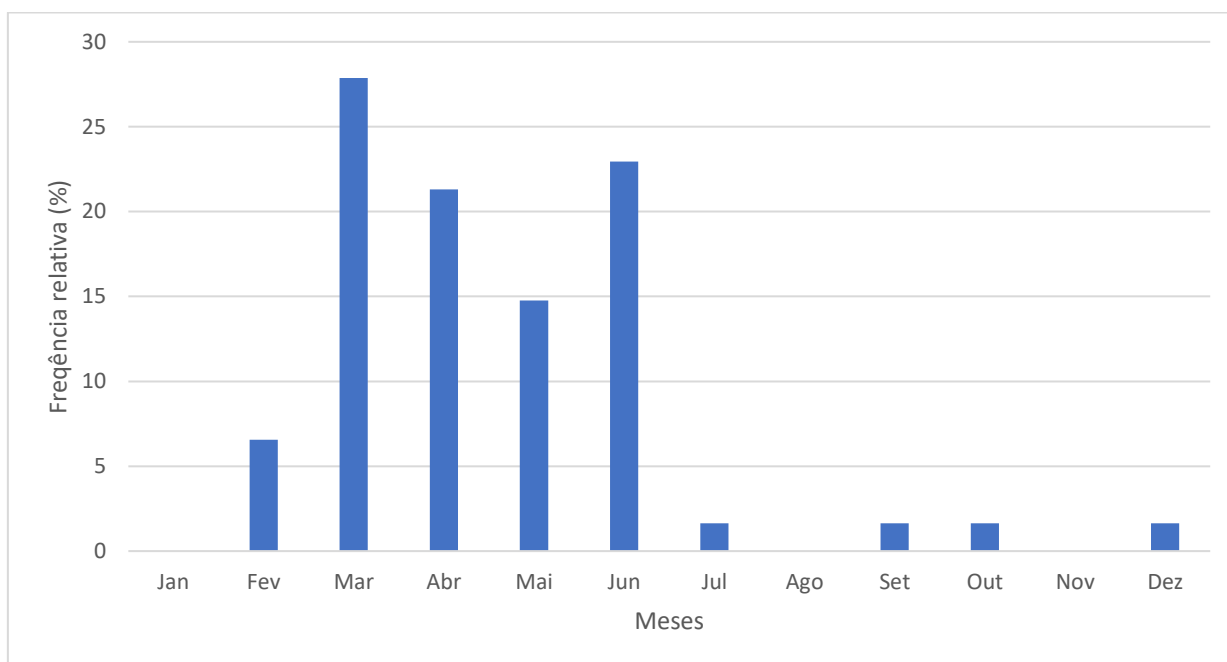
293

294

295

296

297 Figura 2. Frequência relativa (%) por mês do tubarão-baleia (*Rhincodon typus*)  
298 observados no ASPSP.



299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

Para a fotoidentificação foram analisadas fotos e vídeos capturados entre 2005 e 2020, no ASPSP, nas quais foram identificados 33 tubarões, com apenas 31 deles diferenciados por gênero, sendo 26 fêmeas e 5 machos, com uma proporção sexual significativamente diferente com 5,2 fêmeas para cada macho ( $\chi^2 = 14,22$ ;  $P < 0,05$ ). Das 768 fotos apenas 75 apresentaram qualidade satisfatória para avaliação com o programa I<sup>3</sup>S, referentes a 33 tubarões-baleia, sendo 19 obtidas de ambos os flancos, 6 apenas do lado esquerdo e 7 do direito. Após comparação de todos os indivíduos entre si foram

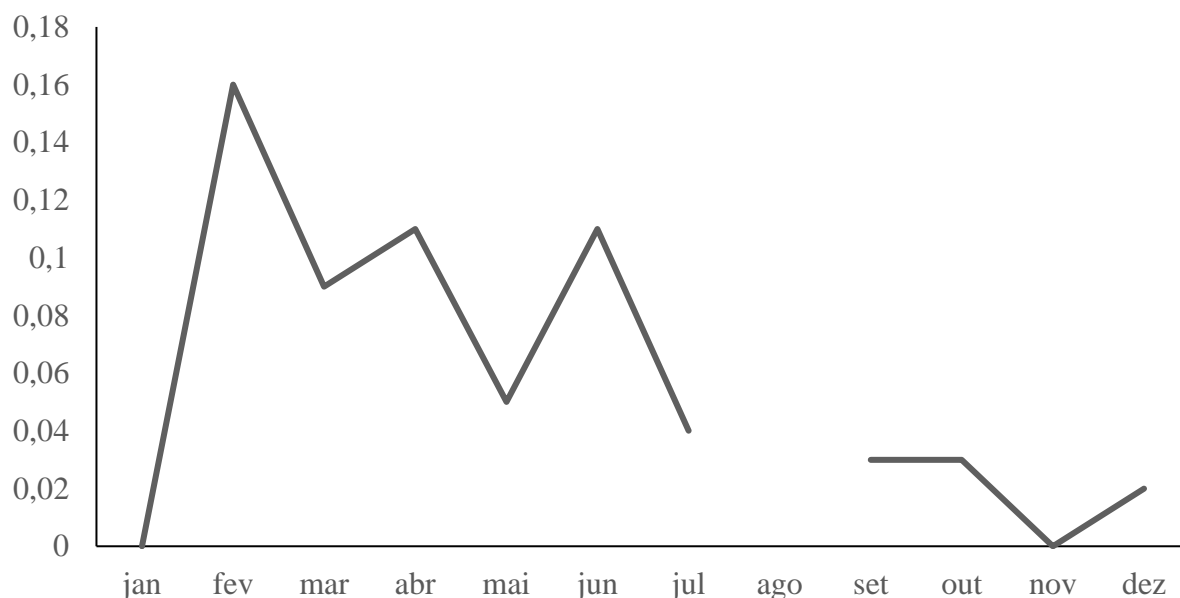
311 encontrados cinco pareamentos, sendo três com poucos dias de diferença (ASP-476.1,  
 312 ASP-324.1, ASP-324.2), um com cerca de um ano (ASP-355.1) e um último, avistado  
 313 em três ocasiões, em anos diferentes (ASP-400.2), sempre durante os meses de maior  
 314 frequência. O mês que apresentou maior OPUE foi fevereiro (0,16), seguidos por abril e  
 315 junho (0,11), e os meses de menor OPUE foram janeiro e novembro, ambos com zero  
 316 avistamentos (Fig. 3).

317

318

319

320 Figura 3. Observação por unidade de esforço por mês do tubarão baleia (*Rhincodon*  
 321 *typus*) observados no ASPSP



322

323

324

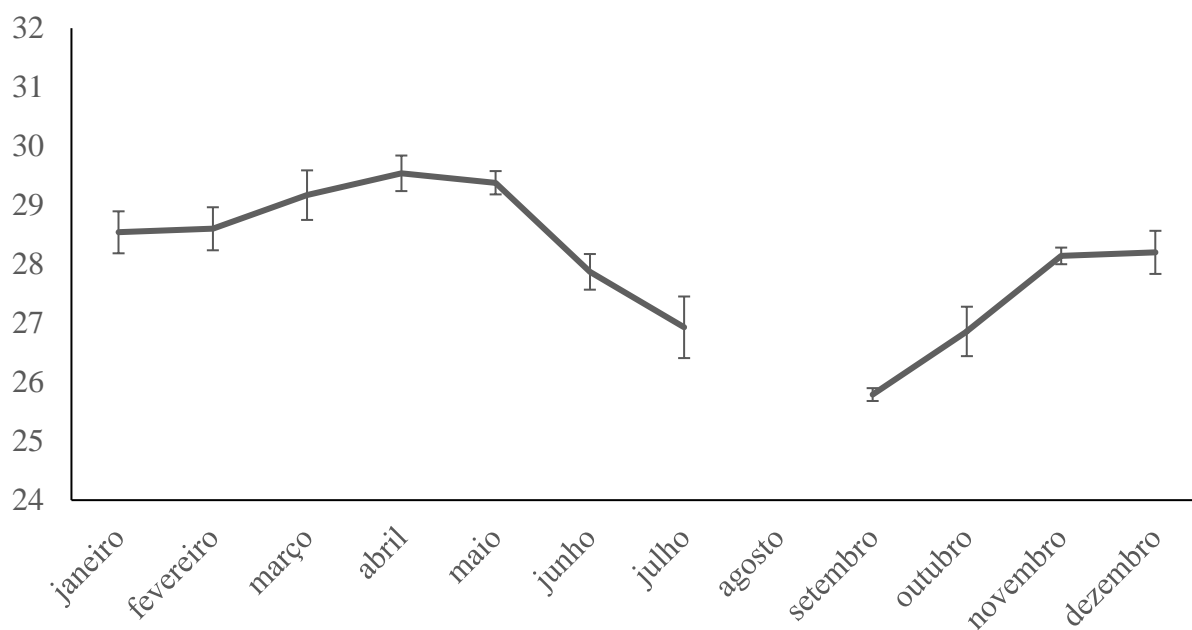
325 A média mensal da temperatura superficial do mar (TSM) indicou uma pequena  
 326 variação no primeiro semestre (janeiro a junho), sendo um pouco mais acentuada  
 327 negativamente de julho a setembro (Fig. 4). Houve diferença significativa na média  
 328 mensal da TSM ( $\chi^2 = 28,6$ ,  $gl = 11$ ,  $p < 0,05$ ). A anomalia da TSM mostrou também uma  
 329 pequena variação, com o maior valor tendo sido observado em julho e o menor em  
 330 dezembro (Fig. 5). A média da concentração de clorofila *a* apresentou seu maior valor  
 331 em janeiro e o seu menor valor em outubro com uma variação pequena entre os demais  
 332 meses (Fig.6).

333

334

335 Figura 4. Média mensal da temperatura superficial do mar (TSM) e seu desvio padrão  
 336 (barras verticais) referente aos dias de ocorrência de tubarões-baleia

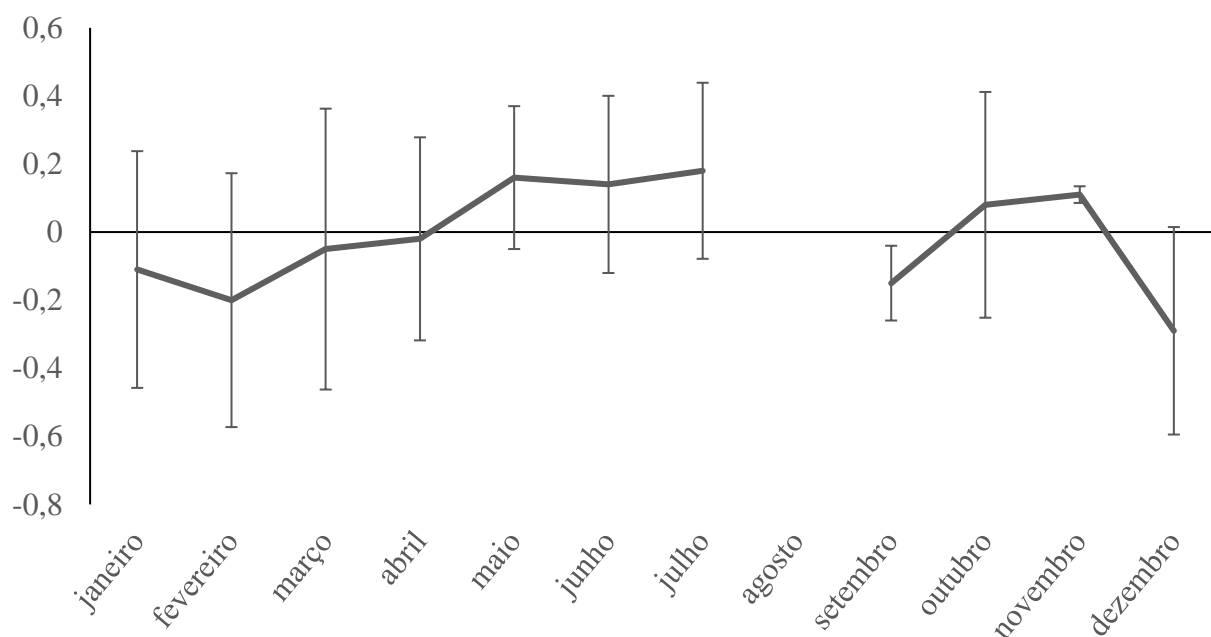
337 *(Rhincodon typus)*, para uma área de 50 km<sup>2</sup> nas cercanias do ASPSP, no  
 338 período de 2005 a 2018



339

340

341 Figura 5. Média mensal da anomalia da temperatura superficial do mar (TSM) e seu  
 342 desvio padrão (barras verticais) referente aos dias de ocorrência de tubarões-  
 343 baleia (*Rhincodon typus*), para uma área de 50 km<sup>2</sup> nas cercanias do ASPSP,  
 344 no período de 2005 a 2018.

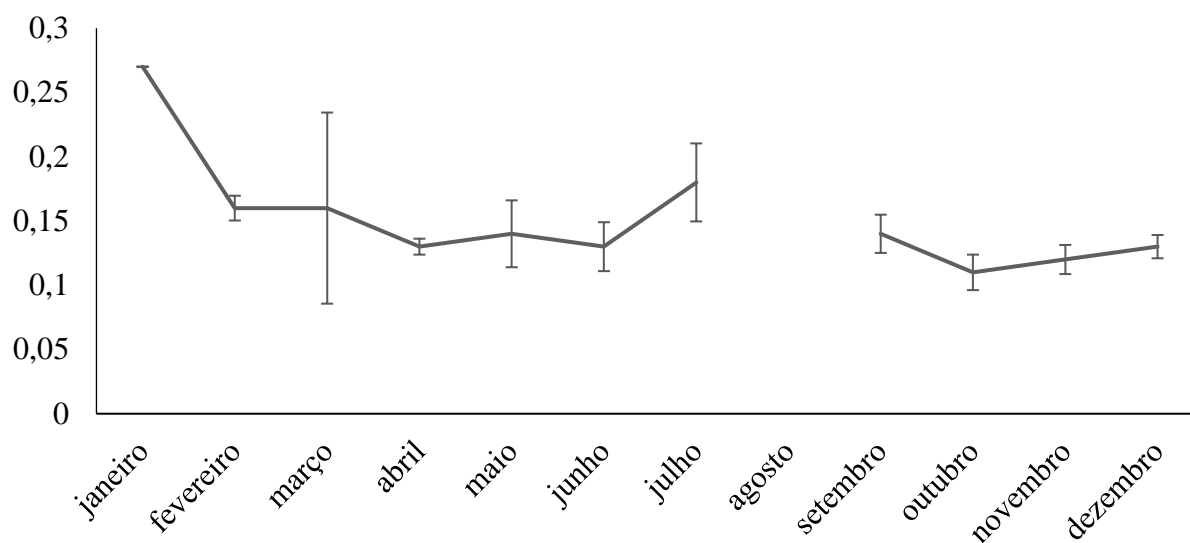


345

346

347 Figura 6. Média mensal da concentração de clorofila superficial (mg/m<sup>3</sup>) e seu desvio  
 348 padrão (barras verticais) referente aos dias de ocorrência de tubarões-baleia

349 *(Rhincodon typus)*, para uma área de 50 km<sup>2</sup> nas cercanias do ASPSP, no  
 350 período de 2005 a 2018



351

352

353

354

355

356 Após a realização dos testes de normalidade de Shapiro-Wilk foi constatada uma  
 357 não normalidade dos dados ( $W = 88287$ ,  $P < 0,05$ ) e comparou-se as variáveis  
 358 ambientais com os meses de observação através do teste de Wilcoxon. Analisando as  
 359 variáveis explicativas (mês, ano, TSM, anomalia da TSM e CHL) comparando  
 360 primeiramente ano e mês encontramos que os anos mais amostrados foram 2009 e  
 361 2010 (Macena e Hazin 2016), e são também os únicos que tem cobertura quase total dos  
 362 meses, sendo 9 meses amostrados em ambos. Os meses de março a junho foram os mais  
 363 amostrados, destacando os meses de março e abril que além de serem os mais  
 364 amostrados são os únicos que foram amostrados em praticamente todos os anos. (Fig.7).

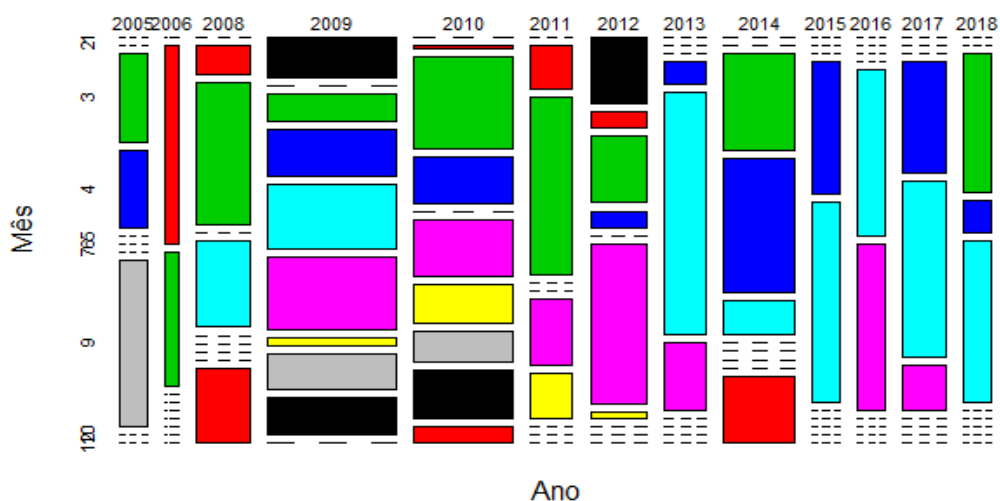
365

366 A clorofila apresentou uma elevação em janeiro e julho e pequenas variações durante os  
 367 demais meses (Fig.8) estando em declínio durante a maior parte dos meses de maior  
 368 abundância da espécie. Já a relação entre TSM e mês mostra sazonalidade marcada com  
 369 TSM alta no primeiro semestre ( $>28^{\circ}\text{C}$ ) e baixa no segundo ( $<28^{\circ}\text{C}$ ) onde os meses de  
 370 alta na temperatura coincidem com a alta temporada dos avistamentos (Fig.9) indicando  
 371 que a TSM alta pode estar ligada com a ocorrência da espécie no ASPSP. Esse padrão é  
 372 praticamente inverso ao encontrado entre mês e clorofila, indicando uma correlação  
 373 fraca ( $r^2 = 0,11$ ) entre essas variáveis quantitativas. (Fig.10).

374

375

376 Figura 7. Universo amostral indicando os dias de observação por mês e ano, sendo  
 377 janeiro (preto), fevereiro (vermelho), março (verde), abril (azul escuro), maio  
 378 (azul claro), junho (roxo), julho (amarelo), setembro (cinza), outubro (preto) e  
 379 novembro (vermelho).



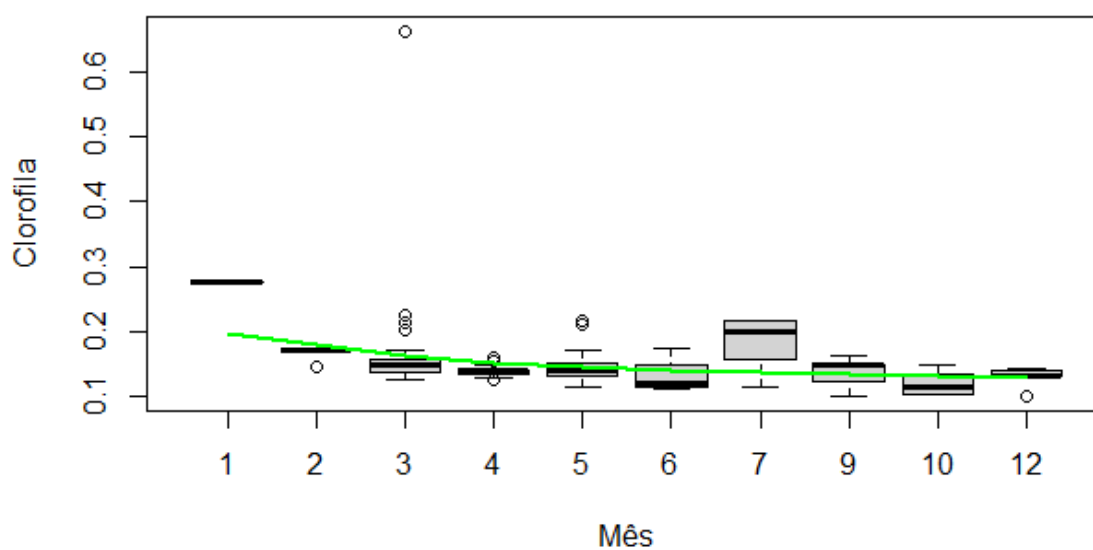
380

381

382

383

384 Figura 8. Boxplot e média (linha verde) de concentração de clorofila a em  $\text{mg}/\text{m}^3$  por  
 385 mês agrupado em que os tubarões-baleia (*Rhincodon typus*) foram avistados.



386

387

388

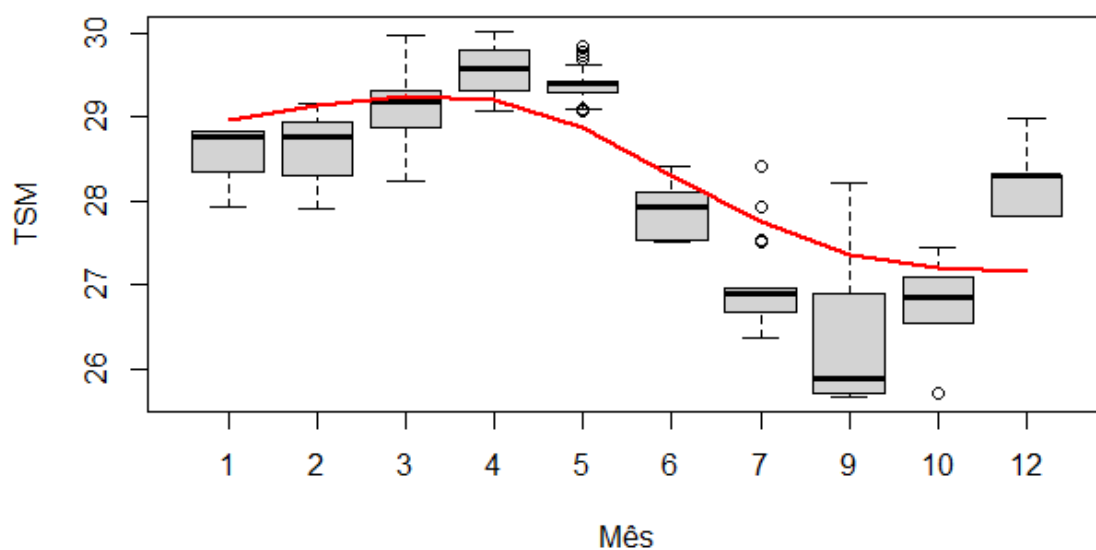
389

390 A concentração de clorofila apresentou diferença significativa apenas entre o mês de  
391 janeiro e todos os outros meses (ANOVA:  $F=16,32$ ;  $P<0,05$ ; Tukey:  $P<0,05$ ) e a TSM  
392 teve diferença significativa entre todos os meses (ANOVA:  $F=435,3$ ;  $P<0,05$ ; Tukey:  
393  $P<0,05$ ).

394

395

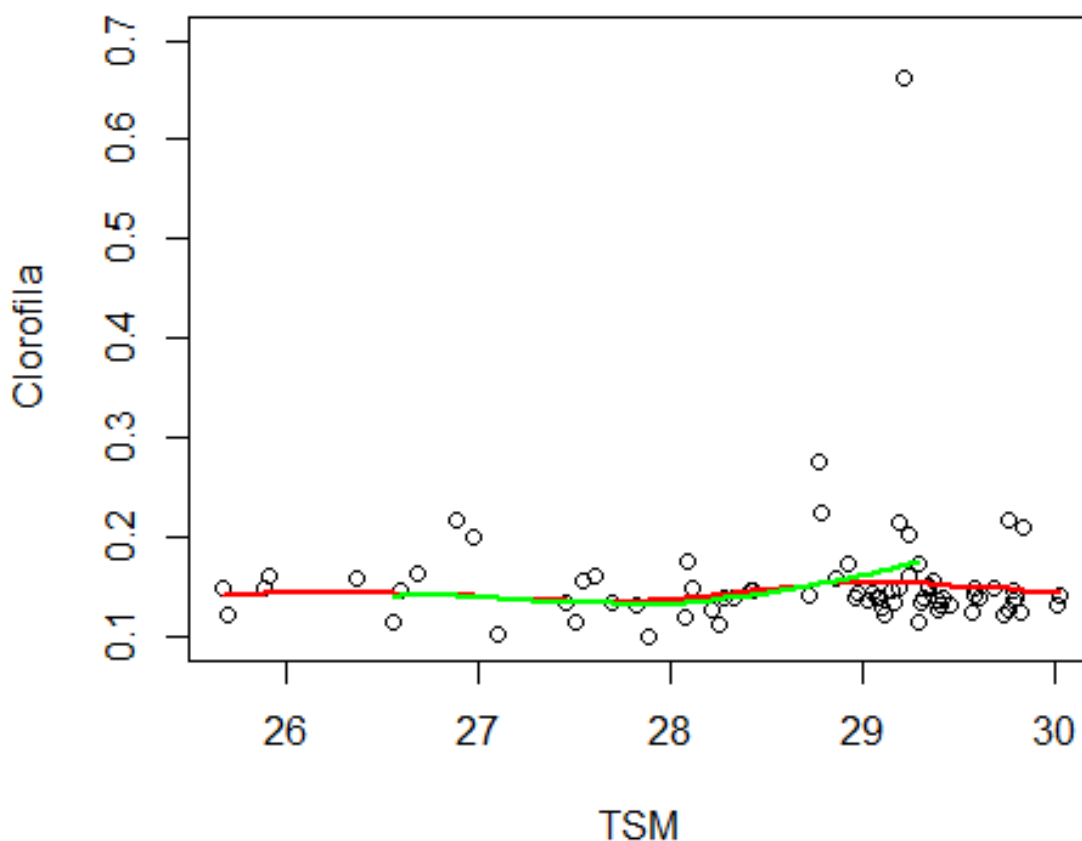
396 Figura 9. Boxplot e média (linha vermelha) da temperatura superficial do mar ( $^{\circ}\text{C}$ ) por  
397 mês agrupado em que os tubarões-baleia (*Rhincodon typus*) foram avistados.



398

399 Figura 10. Comparação entre a média de concentração de clorofila ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ; linha verde)  
400 e da temperatura superficial do mar ( $^{\circ}\text{C}$ ; linha vermelha).



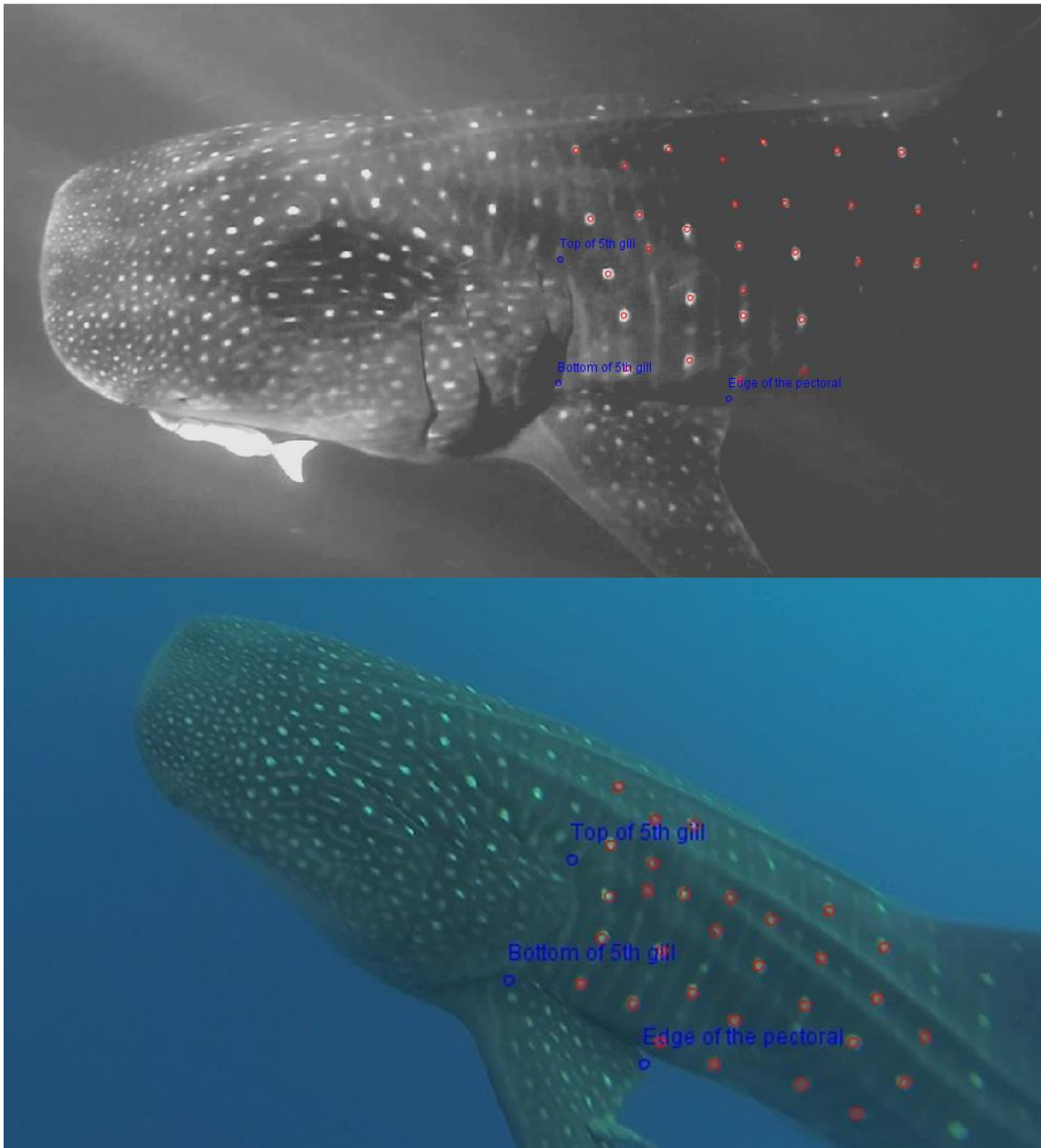


401

402 O primeiro pareamento interanual foi registrado para uma fêmea avistada inicialmente  
 403 em junho de 2012 (ASP-355.1) e reavistada em março de 2013, totalizando nove meses  
 404 de liberdade. O tamanho deste animal na primeira avistagem foi estimado em 10 m, não  
 405 tendo sido estimado o seu tamanho durante o segundo encontro. Esse pareamento foi  
 406 encontrado analisando o flanco esquerdo do animal. (Figura 11)

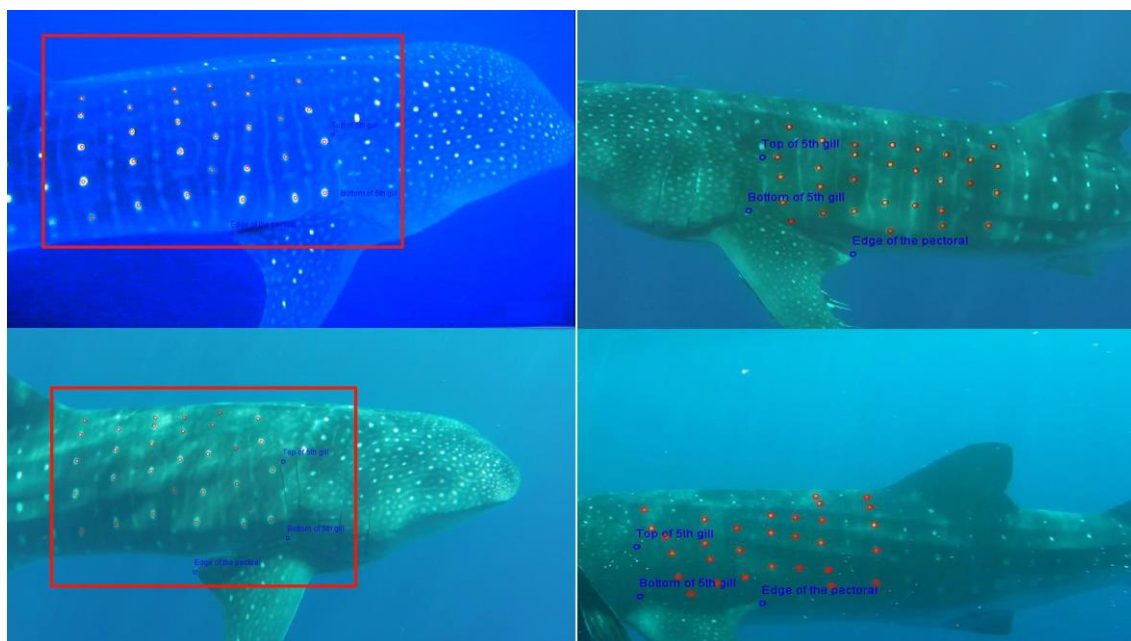
407 O segundo pareamento interanual teve seu primeiro registro em abril de 2014, com  
 408 imagens coletadas apenas do flanco direito (ASP-400.2), um reavistamento em maio de  
 409 2016 (imagens coletadas de ambos os flancos e pareamento encontrado através do  
 410 flanco direito) e o último reavistamento até o momento, em abril de 2017 (imagens  
 411 coletadas somente do flanco esquerdo e pareamento encontrado através do flanco  
 412 esquerdo, comparando-se com o segundo avistamento), totalizando 37 meses de  
 413 liberdade entre o primeiro e o último avistamento (Figura 12). Este indivíduo, outra  
 414 fêmea, teve seu tamanho estimado em 9 m em todas as avistagens.

415 Figura 11. Confirmação visual de identificação de um tubarão-baleia (*Rhincodon typus*)  
416 (ASP-355) registrado pela primeira vez em junho de 2012 (superior) e reavistado em  
417 março de 2013 (inferior).



418

419 Figura 12. Confirmação visual de identificação de um tubarão-baleia (*Rhincodon typus*)  
 420 (ASP-400.2) registrado pela primeira vez em abril de 2014 (superior esquerda) e  
 421 reavistado pela primeira vez em maio de 2016 (inferior esquerda) através do flanco  
 422 direito. Segundo pareamento realizado através de imagem do flanco esquerdo do  
 423 primeiro reavistamento em maio de 2016 (superior direita), sendo reavistado pela última  
 424 vez em abril de 2017 (inferior direita).



425

426

427 Adicionalmente, como uma segunda etapa deste estudo, todas as imagens de indivíduos  
 428 identificados no ASPSP foram comparadas com imagens de indivíduos registrados na  
 429 costa do Brasil e com o banco mundial de foto-identificação (*Wildbook for Whale*  
 430 *Sharks*). As imagens do lado esquerdo e direito de 33 indivíduos provenientes do  
 431 ASPSP e 10 indivíduos da costa do Brasil (sendo 2 de ambos os lados, 8 do esquerdo e  
 432 zero do direito), foram comparadas com o banco de imagens mundial (que inclui 9.209  
 433 tubarões-baleia identificados em 47.149 avistamentos reportados<sup>1</sup>), não tendo havido  
 434 pareamento de indivíduos identificados no ASPSP, porém, com nenhum outro local do  
 435 Brasil ou do mundo até o momento.

436 Rowat et al. (2012) identificaram 443 indivíduos de 2001 a 2009, em Seicheles, dos  
 437 quais 398 foram reavistados. Destes, 288 foram vistos apenas uma vez, enquanto que  
 438 110 foram reavistados, sendo 39 por dois anos seguidos, 27 por 3 anos e 44 foram vistos  
 439 entre 3 e 9 anos, com período médio de fidelidade de 3, 4 anos. Meekan et al (2006)  
 440 registraram 184 indivíduos na Austrália Ocidental, entre 1996 e 2004, dos quais 46  
 441 foram reavistados mais de uma vez e 33 foram reavistados em diferentes anos. No

<sup>1</sup> Fonte: *Wildbook for Whale Sharks*, [www.whakeshark.org](http://www.whakeshark.org), junho/2018.

442 mesmo ano, 30 tubarões foram fotografados pelo menos duas vezes, 16 foram  
443 fotografados em 3 ocasiões distintas e 5 tubarões foram registrados entre 4 e 7 vezes. A  
444 maioria dos tubarões reavistados nos anos subsequentes foi fotografada pela primeira  
445 vez em 1992 e a população foi estimada entre 319 e 436 indivíduos. Rowat et al. (2009)  
446 também relatou relação entre a TSM e os tubarões-baleia em Seychelles e Sleeman et al.  
447 (2007) diz que a TSM e a concentração de Clorofila-*a* são importantes na previsão da  
448 abundância de tubarões-baleia e raias manta em Nigaloo Reef, Australia. Já Riley et al  
449 (2010), nas Maldivas, identificaram 64 indivíduos de 2006 até 2008, 12 dos quais foram  
450 observados em 2006 e 2007 e 20 em 2006, 2007 e 2008. Dezoito tubarões-baleia foram  
451 vistos entre 4 a 8 vezes, 1 foi visto três vezes e outros 11 observados duas vezes. A  
452 população foi estimada entre 68 a 81 indivíduos. Araújo et al (2016), nas Filipinas,  
453 identificaram um total de 93 indivíduos em 2013 e 2014, entre os quais 40 indivíduos  
454 foram reavistados apenas uma vez, com alguns tendo sido reavistados múltiplas vezes.  
455 Um indivíduo foi visto em 36 dias diferentes e 23 foram reavistados em mais de 5 dias  
456 diferentes. Um desses foi reavistado 108 dias depois da primeira avistagem.

457

458 A movimentação do tubarão baleia está relacionada, principalmente, à produtividade  
459 primária e deposição de ovos de peixes e invertebrados (Compagno, 1984; Colman,  
460 1997; Rowat e Brooks 2012). A interação entre tubarões-baleia e cardumes de atuns foi  
461 reportada no mar de coral (Gunn et al, 1992) e nos Açores (Fontes et al 2020), onde há  
462 concentração de tubarões para predação dos peixes lanterna durante seu período de  
463 reprodução (Gunn et al, 1992). Já Lessa et al. (1999); Vaske-Jr. et al. (2003); Vaske Jr.  
464 et al. (2006) sugerem que no ASPSP cardumes de albacora laje (*Thunnus albacares*),  
465 cavala empinge (*Acanthocybium solandri*), peixe rei (*Elagatis bipinnulata*) se agregam  
466 de outubro a março para se alimentar do peixe voador (*Cheilopogon cyanopterus*), que,  
467 por sua vez, utiliza o Arquipélago como área de reprodução de janeiro a junho, assim  
468 como as demais espécies citadas. Da mesma forma, o tubarão-baleia também parece se  
469 beneficiar da alta concentração de peixe-voador e outros peixes que desovam na área  
470 para se alimentar nesse período.

471 No presente estudo, os meses de maior abundância se sobrepõem ao período de janeiro  
472 a junho que coincide com a maior concentração de clorofila *a* relatada e com a  
473 reprodução de algumas espécies de peixes pelágicos que se alimentam do peixe-voador,  
474 que também utiliza a área para reprodução neste período, indicando que a passagem dos  
475 tubarões-baleia pode estar atrelada à alimentação, apesar de haver poucos relatos de  
476 atividades de forrageio durante os avistamentos (Macena e Hazin 2016). Além disso,

477 também foram observadas fêmeas com possíveis marcas de cópula em nadadeiras  
478 peitorais e aparente gravidez, além de um macho apresentando possível comportamento  
479 de cortejo com o barco de apoio, apontando que a passagem desses animais pelo ASPSP  
480 pode também estar relacionada com seu ciclo reprodutivo (Macena e Hazin 2016).

481

482

483

484

## 5 CONCLUSÃO

485 O presente estudo corrobora com a estrutura populacional observada anteriormente e  
486 traz novas informações sobre a fidelidade local do tubarão-baleia com indivíduos sendo  
487 reavistados em um período de até três anos após o primeiro registro e os meses de maior  
488 ocorrência da espécie coincidindo com os meses de temperatura mais alta no local.,  
489 fortalecendo a hipótese de um possível comportamento filopátrico. É necessário  
490 aumentar o esforço de fotoidentificação para melhor compreender a dinâmica da espécie  
491 no ASPSP que demonstra ser um importante habitat para a espécie.

492

493

494

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

495

496 ACUÑA-MARRERO D, JIMENEZ J, SMITH F, DOHERTY PF JR, HEARN A, et al.

497 Whale shark (*Rhincodon typus*) seasonal presence, residence time and habitat use at

498 Darwin Island, Galapagos Marine Reserve. 2014, PLoS ONE; 9(12): e115946.

499 doi:10.1371/journal.pone.0115946.

500 AFONSO P, MCGINTY N, MACHETE, M. Dynamics of whale shark occurrence at

501 their fringe oceanic habitat. 2014, PLoS ONE; 9(7): e102060. doi:10.1371/journal.

502 pone.0102060.

503 ANDRZEJACZEK S, MEEUWIG J, ROWAT D, PIERCE S, DAVIES T, FISHER R,

504 MEEKAN M. The ecological connectivity of whale shark aggregations in the Indian

505 Ocean: a photo-identification approach. Royal Society Open Science. 2016, Nov

506 1;3(11):160455. PMID:28018629

507 ARZOUMANIAN, Z.; HOLMBERG, J.; NORMAN, B. Na astronomical pattern

508 matching algorithm for computer-aided identification of whale shark *Rhincodon*

509 *typus*. 2005, J. Appl. Ecol. 42, p.999-1011.

510 HAZIN, F.H.V; VASKE-JÚNIOR, T; OLIVEIRA, P.G; MACENA,

511 B.C.L.;CARVALHO, F. Occurrences of whale shark (*Rhincodon typus* Smith, 1828)

512 in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil.2008, Brazilian Journal of

513 Biology, v.68(2), p.385-389.

514 LESSA RP, MAFALDA-JR P, ADVÔÂNCULA R, LUCCHESI RB, BEZERRA-JR

515 JL, VASKE-JR T, et al. Distribution and abundance of ichthyoneuston at seamounts

516 and islands off North-Eastern Brazil. Arch Fish Mar Res. 1999; 47(2/3): 239±252.

517 LIVRO VERMELHO DA FAUNA BRASILEIRA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO:

518 Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. 492 p. : il., gráfs., tabs.

519 MABESOONE, J.M. and COUTINHO, P.N. Littoral and shallow marine geology of

520 northern and northeastern Brazil. 1970, Univ. Fed. Pernambuco, Trabalhos

521 Oceanográficos. Universidade Federal de Pernambuco, v.12, p.1-214.

522 MACENA B.C.L.; HAZIN FHV. Whale Shark (*Rhincodon typus*) seasonal occurrence,

523 abundance and demographic structure in the Mid-Equatorial Atlantic Ocean. 2016,

524 PLoS ONE, 11(10): e0164440. doi:10.1371/journal.pone.0164440 .

525 MEEKAN MG, BRADSHAW CJA, PRESS M, MCLEAN C, RICHARDS A, et al.

526 Population size and structure of whale sharks *Rhincodon typus* at Ningaloo Reef,

527 Western Australia. 2006, Mar Ecol Prog Ser. 319: 275–285.

- 528 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Instrução Normativa No. 5, de 21 de  
529 maio de 2004, anexo I. Diário Oficial da União, Brasília; 2004. Available:  
530 <http://www.ibama.gov.br/category/40?download=1266%3A05-2004-.p>.
- 531 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Portaria MMA N° 445, de 17 de  
532 dezembro de 2014. [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-2014.pdf/view)  
533 [pesca/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-2014.pdf/view)  
534 [2014.pdf/view](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/legislacao/legislacao-geral-da-pesca/portaria-mma-no-445-de-17-12-2014.pdf/view)
- 535 MOLINARI, R.L. Observation of near surface currents and temperature in the central  
536 and western tropical Atlantic Ocean, 1983, Journal of Geophysical Research, v.88,  
537 p.4433-4438.
- 538 PETERSON R.G.; STRAMMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean.  
539 1991, Progress in Oceanography, v.26, p.1-73.
- 540 PIERCE SJ, NORMAN B. *Rhincodon typus*. The IUCN Red List of Threatened Species  
541 2016: e.T19488A2365291. Accessed on 20 May 2017. Available:  
542 <http://www.iucnredlist.org/details/19488/0>.
- 543 R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical  
544 computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL  
545 <https://www.R-project.org/>.
- 546 RICHARDSON, P.L. MCKEE, T.K. Average Seasonal Variation of the Atlantic  
547 Equatorial Currents From Historical Ship Drifts. 1984, Journal of Physical  
548 Oceanography, 14, 1226-1238.
- 549 RILEY MJ, HALE MS, HARMAN A, REES RG. Analysis of whale shark *Rhincodon*  
550 *typus* aggregations near South Ari Atoll, Maldives Archipelago. 2010, Aquat Biol; 8:  
551 145–150.
- 552 ROWAT D, BROOKS KS. A review of the biology, fisheries and conservation of the  
553 whale shark *Rhincodon typus*. 2012, J Fish Biol. 80, 1019-1056. PMID: 22497372.
- 554 ROWAT, D., BROOKS, K., MARCH, A., MCCARTEN, C., JOUANNET, D., RILEY, L.,  
555 JEFFREYS, G., PERRI, M., VELY, M. & PARDIGO, B. Long-term membership of  
556 whale sharks (*Rhincodon typus*) in coastal aggregations in Seychelles and Djibouti.  
557 2011, Marine and Freshwater Research 62, 621–627. doi: 10.1071/MF101357
- 558 ROWAT, D.;SPEED. C.W.;MEEKAN, M.G.; GORE, M.A.; BRADSHAW, C.J.A.  
559 Population abundance and apparent survival of the vulnerable whale shark  
560 *Rhincodon typus* in the seychelles aggregation. 2009, Oryx, v.43, p.591-598.



- 561 SEQUEIRA, A. M. M; MELLIN, C; BRADSHAW, C. J. A; ROWAT, D; MEEKAN,  
562 M. G. Ocean-scale predictions of whale shark distribution. 2011, *Divers Distrib.* 18:  
563 504-518. doi: 10.1111/j.1472-4642.2011.00853.x.
- 564 SLEEMAN JAI C., MEEKAN MARK G., WILSON STEVEN G., JENNER CURT K.  
565 S., JENNER MICHELINE N., BOGGS GUY S., STEINBERG CRAIG C.,  
566 BRADSHAW COREY J. A. Biophysical correlates of relative abundances of marine  
567 megafauna at Ningaloo Reef, Western Australia. 2007 *Marine and Freshwater*  
568 *Research* **58**, 608-623. <https://doi.org/10.1071/MF06213>
- 569 SPEED, C.W.; MEEKAN, M.G.; BRADSHAW, C.J.A. Spot the match-wildlife photo-  
570 identification using information theory. 2007, *Frontiers in Zoology*, v4(2), 11p.
- 571 STRAMMA, L.; SCHOTT, F. The mean flow of the tropical Atlantic Ocean. 1999,  
572 *Deep-Sea Research, Part II*, v.46 p. 279-303.
- 573 TAYLOR JG, PEARCE AF. Ningaloo Reef currents: implications for coral spawn  
574 dispersal, zooplankton and whale shark abundance. 1999, *J R Soc West Aust.* 82:  
575 57-65.
- 576 VAN TIENHOVEN, A.M.; DEN HARTOG, J.E.; REIJNS, R.A.; PEDDEMORS, V.M.  
577 A computer-aided program for pattern-matching natural marks on the spotted  
578 raggedtooth shark *Carcharias taurus* (Rafinesque, 1810). 2007, *J Appl Ecol*, v.44,  
579 p.273-280.
- 580 VASKE-JR T, HAZIN FHV, LESSA RP. Pesca e hábitos alimentares do peixe-rei,  
581 *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) (Pisces: Carangidae) no  
582 Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. 2006, *Arq. Ciên. Mar.* 39: 61±65.
- 583 VASKE-JR T, VOOREN CM, LESSA RP. Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus*  
584 *albacares*) and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul  
585 Archipelago. 2003, *B. Int. Pesca.* 29(1): 173±181.
- 586 ZAR, J. H. [Biostatistical analysis](#). 5.ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice-Hall,  
587 944 p. (Prentice-Hall Biological Sciences Series). 2010.
- 588