



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI



LUIS EDUARDO DE SOUSA RIBEIRO

Conservação de tartarugas marinhas na costa maranhense, Brasil

Belém, 2021

LUIS EDUARDO DE SOUSA RIBEIRO

Conservação de tartarugas marinhas na costa maranhense, Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zoologia.

Área de concentração: Biodiversidade e conservação

Linha de Pesquisa: Zoologia aplicada

Orientador: Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti
Coorientadora: Prof.^a Dra. Larissa Barreto

Belém, 2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

- R484c Ribeiro, Luis Eduardo de Sousa.
Conservação de tartarugas marinhas na costa maranhense,
Brasil / Luis Eduardo de Sousa Ribeiro. — 2021.
144 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti
Coorientação: Prof.^a Dra. Larissa Barreto
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Zoologia,
Belém, 2021.
1. tartarugas marinhas. 2. captura incidental. 3. encalhes. 4.
impactos antrópicos. I. Título.

CDD 333.9579216

FOLHA DE APROVAÇÃO

LUIS EDUARDO DE SOUSA RIBEIRO

Conservação de tartarugas marinhas na costa maranhense, Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zoologia, sendo a COMISSÃO JULGADORA composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti
Universidade Federal do Pará
(Presidente)

Prof. Dr. Antônio Carlos Castro
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr^a. Larissa Barreto
Universidade Federal do Maranhão
(Coorientadora)

Prof. Dr^a. Adriana Malvasio
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Gleomar Fabiano Maschio
Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. Thiago Portelinha
Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr^a. Ana Lucia da Costa Prudente
Museu Paraense Emílio Goeldi

Prof. Dr. Jackson Pantoja Lima
Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Amazonas

Ao Rafael Guerta “Bariri” (*in memorian*) e
Leon Gaspar (*in memorian*).

“De cima do morro de areia eu
avistei no meio do mar,
banzeiro grande quebrando na
croa, eu vi uma canoa me deu
vontade de ir pra lá”
(Humberto Maracanã - Bumba
Boi de Maracanã)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser a base de tudo em minha vida e por todas as conquistas alcançadas ao longo da minha trajetória.

À minha mãe, Conceição, pelo exemplo de caráter, honestidade e força diante das adversidades.

Aos meus irmãos, Noredim Neto, Jordana, Simone e Daniel, pelo apoio incondicional e presença constante. Aos meus sobrinhos João, Maria Luísa e Ana Beatriz, pelas alegrias cotidianas.

À minha avó Glacimar e à tia Kelma, pelo carinho, cuidado e apoio desde as primeiras decisões importantes. À tia Helen Sanz, pelo suporte e pelas valiosas conversas.

Ao meu avô Luís, à tia Eliza e à tia Regina, pelos ensinamentos, orações, carinho e confiança na minha capacidade. À minha família como um todo, pelo acompanhamento e apoio ao longo desta jornada.

Ao professor Juarez Pezzuti (Paju), meu orientador e amigo, e à Daniely Félix (Dany), pela confiança, acolhimento e incentivo durante todas as etapas deste trabalho.

À Larissa Barreto, pelo incentivo desde o início da minha formação, pela amizade e exemplo inspirador ao longo de todos esses anos.

Ao professor Gleomar Machio, pelas contribuições técnicas e sugestões fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

Aos colegas de turma, especialmente Santiago, Rony, Mayra, Rodrigo e Flávia, pela parceria e superação conjunta dos desafios enfrentados.

Ao saudoso Rafael Guerta “Bariri” (in memoriam), pela amizade e companheirismo durante o período em que compartilhamos a experiência na UFPA.

Aos amigos e afilhados Lídia Lindoso e Adriano Machado, Jully Anny e Diego Syron, Naine e Paulo, Alina e Diego Guimarães, Kryshna Hayzza, por estarem presentes ao longo de toda minha formação acadêmica.

À Ana Beatriz Ribeiro, pela amizade, presença constante e parceria em diversas experiências, independentemente da distância.

À Fernanda Estácio, pelo apoio essencial e pelas contribuições em momentos decisivos.

À Lívia Amaral e Débora Xavier, pelos momentos de descontração que tanto contribuíram para minha sanidade emocional.

Aos amigos de Belém, em especial Potira Nogueira, Murilo Cordeiro, Anderson Araújo, Felipe Indrusiak, Geraldo Nogueira, Andréa Araújo, Adaelson Progênio, Michelle Matos, Bernardo Casanova, Patrícia Smaniotto, Carol Peixoto e John Gonçalves, pela convivência acolhedora.

À Eliane Vidal, amiga e vizinha, pelo constante apoio, palavras de conforto e incentivo nos momentos difíceis.

Às primas Luciana Souza e Flávia Sanz, pela atenção e disponibilidade. À Andréa Fagundes, pela colaboração na elaboração dos mapas.

À Priscilla Santana, pela amizade leal, presença constante e apoio essencial em todas as etapas deste percurso.

Aos amigos Gabriela Assunção, Arnaldo Macedo, Erika Carvalho, Carol Portela, Eduardo Chaves, Clauzer Pinheiro, Heliane Fernandes, Gibran Santos e Anna Clara Tavares, pela confiança e amizade. Ao Yuri Feitosa, pelas críticas construtivas, apoio nas análises e conselhos sempre pertinentes.

À Quilana Viegas, pela disposição em ajudar e pelas inúmeras vezes em que contribuiu diretamente com este trabalho.

Ao amigo Paguh, cuja trajetória inspira diariamente a busca por ser uma pessoa melhor.

Aos amigos de longa data, Leo Fabiano, Wilmara, Pablo, Thiago, Gilvanildo, Igor, Andréa, Cláudio, Helal, Louise e Flávia, pelo incentivo contínuo desde os primeiros passos acadêmicos.

À equipe do ICMBio do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, em especial Yuri Teixeira, Adriano, Chicão, os vigilantes da base de Atins, Seu Nivaldo e Seu Janderson, pelo apoio indispensável à realização desta pesquisa. Às comunidades do Canto dos Atins e da Ponta do Mangue, em especial Dona Magnólia, Seu Antônio, Dona Irene, Elinarjara, Marisa, Sara Jane, Tia Judith e à equipe do Restaurante Sr. Antônio, pela receptividade, cuidado e colaboração.

À equipe do ICMBio da Reserva Extrativista de Cururupu, em nome de Laura Reis, pela mediação com as comunidades locais e apoio contínuo ao trabalho de campo.

Aos moradores da Resex de Cururupu, especialmente Sidney Ferreira, Josenilde Fonseca (D. Mocinha), Gilberto Fonseca, Lailsson James, Emily, Hélio, Laurinha, Gregório, Mariene, Ivaney, Mary Jane e Joilton Tobias, pelo acolhimento e cooperação durante as atividades de campo.

Ao Projeto Queamar e a todos os estudantes que por ele passaram, pela troca de experiências e aprendizados.

À Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA), pelo apoio financeiro por meio da concessão de bolsa.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação da UFPA, pelo conhecimento compartilhado ao longo da formação.

E, por fim, às tartarugas que, ao longo deste estudo, foram símbolo de resiliência e perseverança, servindo como inspiração constante.

SUMÁRIO

ABSTRACT.....	15
RESUMO.....	16
APRESENTAÇÃO.....	17
INTRODUÇÃO GERAL.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
Capítulo 1.....	36
Mapeamento de áreas de ocorrência de tartarugas marinhas em zona costeira do estado do Maranhão, Brasil.....	36
INTRODUÇÃO.....	40
MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS.....	50
DISCUSSÃO.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
Capítulo 2.....	80
Avaliação dos impactos antrópicos sobre as populações de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.....	80
ABSTRACT.....	82
RESUMO.....	83
INTRODUÇÃO.....	84
MATERIAIS E MÉTODOS.....	87
RESULTADOS.....	93
DISCUSSÃO.....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
ANEXO 1.....	131
ANEXO 2 - Herpetological Conservation and Biology.....	132
ANEXO 3 – Ocean and Coastal Research.....	139

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), média dos Comprimentos Curvos da Carapaça (CCC) dos indivíduos encalhados entre os anos de 2005 a 2020 na zona costeira do Estado do Maranhão ..	50
Tabela 2 – Frequência Absoluta (n) e Frequência Relativa (%) mensal de ocorrência por espécie de tartarugas marinhas na zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.....	51
Tabela 3 - Frequência de ocorrência de tartarugas marinhas em relação as localidades da zona costeira dos Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.....	53
Tabela 4 - Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), média dos Comprimentos Curvos da Carapaça (CCC) dos indivíduos encalhados entre os anos de 2015 a 2019 no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de setorização da Zona Costeira do Estado do Maranhão. Fonte: Adaptado de MMA, 1996	44
Figura 2 - Frequência de ocorrência de encalhes de tartarugas marinhas na zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.....	52
Figura 3 - Classes etárias das tartarugas marinhas encalhadas na zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.....	52
Figura 4 - Mapa da área de distribuição de <i>C. mydas</i> ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.....	54
Figura 5 - Mapa da área de distribuição de <i>L. olivacea</i> ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.....	54
Figura 6 - Mapa da área de distribuição de <i>E. imbricata</i> ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.....	55
Figura 7 - Mapa da área de distribuição de <i>C. caretta</i> ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.....	55
Figura 8 - Mapa da área de distribuição de <i>D. coriacea</i> ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.....	56
Figura 9 - Mapa das áreas de ocorrência de desovas de tartarugas marinhas na zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.....	57
Figura 10 - Mapa de localização do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses – MA.	88
Figura 11 - Distância percorrida para o monitoramento de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.	90
Figura 12 - Frequência de ocorrência de encalhe de acordo com as classes etárias das espécies de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses-MA, no período entre os anos de 2015 e 2019.....	93
Figura 13 - Frequência de ocorrência de encalhe de acordo com as causas mortis das espécies de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses-MA, no período entre os anos de 2015 e 2019.....	94
Figura 14 - Indivíduo da espécie <i>L. olivacea</i> encontrada emalhada em um fragmento de rede de pesca fantasma no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses-MA.	95
Figura 15 - Presença de material inorgânico no sistema digestório de uma tartaruga marinha encalhada no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses – MA.	95
Figura 16 - Presença de material inorgânico no sistema digestório de uma tartaruga marinha no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses - MA.....	96
Figura 17 - Frequência de encalhes de tartarugas marinhas por bimestre ao longo dos anos, no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses-MA. As linhas horizontais indicam a média.....	97
Figura 18 - Comparação do número de encalhes de tartarugas marinhas no período de atividade de Pesquisa Sísmica com o período sem atividade sísmica no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses-MA, no período entre 2015 e 2019. *Letras diferentes (a e b) apontam diferenças	98

Figura 19 - Relação entre o tamanho (CCC) de *Chelonia mydas* encalhados entre os bimestres e as atividades de Pesquisa Sísmica Marinha no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses-MA, no período de 2015 a 2019. *Letras diferentes (c e a) apontam diferença significativa 99

Figura 20 - Composição das espécies entre os bimestres no período sem atividade de Pesquisa Sísmica Marinha e no período com atividade de Pesquisa Sísmica Marinha no P.N. dos Lençóis Maranhenses, no período de 2015 e 2019. 100

Conservation of sea turtles on the Maranhão coast, Brazil

ABSTRACT

Sea turtles have a long history of human exploitation around the world, which has contributed to the species population decline, along with other threats, mainly by accidental capture during fishing, habitat destruction, and pollution. Currently, interaction with fishing is the largest cause of mortality among sea turtles, followed by ingestion of inorganic material (garbage). The waste accumulation in the oceans, mainly plastic, has attracted considerable attention in recent decades since pollution is a major threat to marine life. In this study, we mapped the occurrence and nesting areas of each sea turtles in the coastal zone of Maranhão; analyzed the frequency of strandings all over the years; and evaluated the impacts on sea turtle populations in the Lençóis Maranhenses National Park, as well as diet composition and ingestion of solid waste. This research includes records of strandings of live or dead animals between 2005 and 2020, coming from the database of the Projeto QUEAMAR – Quelônios Aquáticos do Maranhão - UFMA - Federal University of Maranhão, and bi-monthly campaigns to Lençóis Maranhenses National Park. We observed five species of sea turtles along the entire Coast of Maranhão and reproductive records for two of them. From the impacts observed, anthropic interaction was the most observed factor (n=35), with drowning and amputation being the principal consequences of intermeshing (n=12). Intestinal obstruction caused by ingestion of inorganic material was also frequently observed (n=13). During this research, two Marine Seismic Surveys 3D were conducted to prospect for oil and gas, which coincided with a significant increase in the frequency of strandings in Lençóis Maranhenses National Park, possibly caused by noise pollution through noise swells generated by air cannons. Although the Maranhão coast is covered by legally protected areas, such as the Lençóis Maranhenses National Park and the Cururupu Extractive Reserve, long-term studies with species of international migratory cycle, such as sea turtles, which occupy an important position in the conservation scenario, allows detecting trends and temporal changes, as well as evaluating the impacts of anthropogenic activities in coastal areas.

Keywords: bycatch, monitoring, stranding, impacts

Conservação de tartarugas marinhas na costa maranhense, Brasil

RESUMO

Tartarugas marinhas têm longo histórico de exploração humana em todo o mundo, o que tem contribuído para o declínio populacional das espécies, juntamente com outras ameaças, com destaque para a captura acidental por diversos tipos de pesca, destruição dos habitats e poluição. Atualmente, a interação com a pesca é a maior causa de mortalidade entre as tartarugas marinhas, seguida por ingestão de material inorgânico (lixo). O acúmulo desses resíduos no mar, principalmente os plásticos, tem atraído uma considerável atenção nas últimas décadas, visto que a poluição é uma grande ameaça para a vida marinha. Neste trabalho, realizamos o mapeamento das áreas de ocorrência e de nidificação de cada espécie de tartaruga marinha na zona costeira do Estado do Maranhão, a análise da frequência de encalhes ao longo dos anos e a avaliação dos impactos sobre as populações de tartarugas marinhas no Parque Nacional (PARNA) dos Lençóis Maranhenses, assim como a composição da dieta e ingestão de resíduos sólidos. Essa pesquisa inclui registros de encalhes de animais vivos ou mortos durante os anos de 2005 a 2020, oriundos do banco de dados do Projeto Queamar - Quelônios Aquáticos do Maranhão – UFMA e de campanhas bimestrais ao PARNA dos Lençóis Maranhenses. Cinco espécies de tartarugas marinhas foram observadas (*Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea*), com registros reprodutivos para duas delas (*E. imbricata* e *L. olivacea*), ao longo de todo o litoral maranhense. Dos impactos registrados, a interação antrópica foi o fator mais notado (n=35), sendo o afogamento e a amputação as principais consequências do emalramento (n=12). A obstrução intestinal causada pela ingestão de material inorgânico também foi frequentemente observada (n=13). Durante o período da pesquisa, foram realizadas duas Pesquisas Sísmicas Marítimas Marinhas 3D para prospecção de petróleo e gás, e que coincidiram com um aumento significativo na frequência de encalhes no PARNA dos Lençóis Maranhenses, que podem ter sido provocados pela poluição sonora causada pelos ruídos dos canhões de ar. Ainda que o litoral maranhense seja coberto por áreas legalmente instituídas para conservação, como o PARNA Lençóis Maranhenses e a RESEX de Cururupu, estudos a longo prazo sobre espécies de ciclo migratório internacional, como as tartarugas marinhas, que ocupam posição importante no cenário de conservação, possibilitam detectar tendências temporais e mudanças, assim como avaliar os impactos das zonas de atividades antropogênicas costeiras.

Palavras-chave: captura incidental, monitoramento, encalhe, impactos.

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho está organizado em dois capítulos:

Capítulo I: Mapeamento de áreas de ocorrência de tartarugas marinhas em Zona Costeira do Estado do Maranhão, Brasil.

Capítulo II: Impactos antropogênicos sobre as populações de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Brasil.

INTRODUÇÃO GERAL

Os quelônios, pertencentes à linhagem mais antiga dos répteis existentes, possuem ciclo de vida complexo, que envolve tempo de geração muito longo, maturação sexual tardia, migrações transoceânicas e alternância de habitats e de recursos alimentares (Márquez, 1990; Bolten, 2003; Luschi et al., 2003; Luschi et al., 2007). Esses organismos desenvolveram evolutivamente um sistema de proteção que é único dentre os vertebrados: a carapaça (Hirasawa et al., 2013), a provável chave do seu sucesso evolutivo (Zardoya e Meyer, 2001), que os garantiram a ocupação de diversos habitats terrestres, de água doce e marinho.

Atualmente são registradas sete espécies de tartarugas marinhas, distribuídas em duas famílias. A família Cheloniidae possui seis representantes: *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), popularmente conhecida como tartaruga-cabeçuda ou tartaruga-amarela; *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), conhecida como tartaruga-verde ou aruanã; *Natator depressus* (Garman, 1880), conhecida como kikila; *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), a tartaruga-de-pente; *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), tartaruga-oliva; e *Lepidochelys kempfi* Garman, 1880), conhecida como tartaruga-kempi (Márquez, 1990; Wyneken, 2001). A família Dermochelidae apresenta uma única espécie, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), popularmente conhecida como tartaruga-de-couro ou tartaruga-gigante (Márquez, 1990; Wyneken, 2001). Discute-se ainda a existência de uma oitava espécie, pertencente à família Cheloniidae: a tartaruga negra do Pacífico Oriental, *Chelonia agassizii* (Bocourt, 1868), proposta assim devido às diferenças morfológicas encontradas em algumas populações de *Chelonia mydas*, como a coloração, estrutura da carapaça e a diferenciação da morfometria dos crânios (Wyneken, 2001).

De todas estas espécies, cinco podem ser encontradas no litoral do Brasil (*C. caretta*, *E. imbricata*, *L. olivacea*, *C. mydas* e *D. coriacea* (Márquez, 1990), todas estando classificadas em algum grau de ameaça, tanto pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA (MMA, 2018) quanto pela União Internacional para a Conservação da Natureza - IUCN (IUCN, 2021). *Caretta caretta* e *L.*

olivacea foram classificadas como em perigo pelo MMA e como vulneráveis pela IUCN; *C. mydas* foi considerada vulnerável pelo MMA e em perigo pela IUCN; *E. imbricata*, por sua vez, foi classificada como criticamente em perigo pelo MMA e pela IUCN; e *D. coriacea* está criticamente em perigo pelo MMA e vulnerável pela IUCN.

Caretta caretta está amplamente distribuída em águas costeiras tropicais e subtropicais ao redor do mundo (Márquez, 1990). Nos primeiros anos de vida, ela se alimenta em habitat pelágico: os filhotes são encontrados associados aos aglomerados flutuantes de sargaço ou outro material em oceano aberto, alimentando-se de ovos e larvas de camarão, larvas de peixe e algas; quando juvenis, ainda no ambiente pelágico, possuem uma dieta variada de algas, salpas, águas-vivas, peixes, dentre outros organismos (Marcovaldi e Chaloupka, 2007). Quando migram para a região nerítica, juvenis e adultos passam a se alimentar da fauna bentônica, principalmente crustáceos e moluscos (Bjorndal, 1997). No Brasil, os litorais do Ceará, Maranhão e Pará são áreas de alimentação comprovadas para algumas fêmeas de tartaruga cabeçuda que desovam no norte da Bahia, com um corredor migratório evidente ao longo de toda a costa Nordeste do país (Marcovaldi et al., 2010).

Eretmochelys imbricata é a espécie mais tropical das tartarugas-marinhas, estando distribuída pelas regiões do Atlântico Central e do Indo-Pacífico (Mortimer e Donnelly, 2008). É mais comum onde há formações de arrecifes, mas também são observadas na superfície das águas onde exista pasto ou prado, incluindo lagoas e baías costeiras (Márquez, 1990). Os filhotes da tartaruga-de-pente também são pelágicos, vivendo em oceano aberto, associados aos aglomerados de sargaços e outros materiais flutuantes na superfície (Mortimer e Donnelly, 2008). Ao deixar o meio pelágico, juvenis e adultos passam a alimentar-se de esponjas e corais, bem como de tunicados, crustáceos, anêmonas, ouriços e moluscos (Bjorndal, 1997). Suas áreas de alimentação são bastante conhecidas no território brasileiro: Fernando de Noronha, em Pernambuco, e Atol das

Rocas, no Rio Grande do Norte, havendo ainda evidências de que o Banco dos Abrolhos (Bahia/Espírito Santo) represente outra importante área (Marcovaldi et al., 2011).

Lepidochelys olivacea tem uma distribuição circunglobal, em sua fase adulta, e utiliza uma variedade de habitats para alimentação, como águas profundas, habitat pelágico e ambiente bentônico em águas rasas (Márquez, 1990; Abreu-Grobois e Plotkin 2008). Alimenta-se basicamente de algas, siris, salpas, peixes, águas-vivas, moluscos, ovos de peixes, crustáceos, briozoários, dentre outros organismos (Bjorndal, 1997). Essa espécie, no Brasil, utiliza áreas neríticas ao longo das costas do Pará, Rio Grande do Norte e Alagoas, entre Pernambuco e Paraíba e, em menor intensidade, a costa norte do Espírito Santo e litoral norte do Rio de Janeiro como áreas de alimentação (da Silva et al., 2011; Colman et al., 2014; di Benedetto et al., 2015).

Chelonias mydas apresenta distribuição cosmopolita, desde os trópicos até as zonas temperadas (Bjorndal, 1997). Dentre as espécies de tartaruga marinha, *C. mydas* é a que apresenta hábitos mais costeiros, utilizando, inclusive, estuários de rios e lagos (Hirth, 1997). É tipicamente solitária, mas ocasionalmente forma agregações em águas rasas que possuam abundância de algas ou grama marinha (Márquez, 1990). São migratórias, já tendo seus longos deslocamentos comprovados através de estudos de marcação e recaptura (Mortimer e Carr, 1987), telemetria (Hays et al., 2002) e genética (Naro-Maciel et al., 2007). Quando ainda filhotes, a tartaruga-verde é onívora, alimentando-se de matéria orgânica, águas-vivas e salpas; quando no estágio juvenil, ao migrar do meio pelágico para o meio nerítico, a tartaruga verde também passa a ter um hábito predominantemente herbívoro, alimentando-se principalmente de gramíneas marinhas e algas (Bjorndal, 1997).

A única representante da família Dermochelyidae, *Dermochelys coriacea* é a que possui a maior distribuição entre as tartarugas marinhas e é altamente migratória (Billes et al. 2006). Os espécimes adultos dessa espécie possuem uma derme grossa e oleosa dando-lhes a capacidade de se adaptar a águas frias, com temperaturas variando entre 10°C e 20°C, podendo habitar oceanos,

mares, lagoas, baías e ilhas (Márquez, 1990). Possui comportamento mais pelágico do que as outras tartarugas, passando grande parte de sua vida no oceano aberto, raramente aproximando-se da costa para se alimentar (Billes et al. 2006). Alimentam-se de organismos gelatinosos como águas-vivas e salpas (Bjorndal, 1997). Diversos estudos sobre distribuição e capacidade migratória dessa espécie, realizados por meio de telemetria por satélite, revelaram que tais organismos apresentam rápida dispersão em direção *offshore* logo após o término do período reprodutivo, evidenciando que as áreas de alimentação ocorrem em regiões oceânicas tropicais de produtividade elevada e em regiões de clima temperado, onde há maior abundância de águas-vivas (Billes et al., 2006; Almeida et al., 2011).

Apesar de serem protegidas pela Convenção Sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção - CITES (CITES, 2007) e, também, pela legislação ambiental brasileira, através de diversas leis aplicadas à preservação das tartarugas marinhas, ao licenciamento ambiental e à proteção de ambientes costeiros (Sforza et al., 2017), essas espécies ainda enfrentam muitos desafios, os quais estão diretamente ligados às atividades humanas, impactando todas as fases de seu ciclo de vida (Humber et al., 2014).

A interação das tartarugas marinhas com a pesca tem ocorrido ao longo do litoral nortenordeste brasileiro e vem sendo estudada amplamente ao longo dos anos (Pupo et al., 2006; Bahia e Bondioli, 2010) tendo registros de capturas incidentais em apetrechos de pesca no Pará (Cunha, 1975; Brito et al., 2015), capturas com redes de arrasto, pesca com anzóis e em currais no Maranhão (Ribeiro et al., 2014), capturas em currais no Delta do PARNAíba no litoral Piauiense (Silva et al., 2010), e evidências de ferimentos gerados por redes e linhas de pesca ou colisões com embarcações na Paraíba (Aires, 2015). Animais marinhos, quando presos em apetrechos de pesca, ficam impedidos de voltar à superfície para respirar, causando sua morte ou podendo ficar debilitados por ferimentos ou por infecções causadas por esses apetrechos (REMANE, 2005; Casale, 2011).

Estima-se que redes de emalhe e armadilhas perdidas podem permanecer intactas e ainda capturar a vida marinha por cerca de 50 anos (Laist, 1997; Bullimore et al., 2001), o que se entende como pesca fantasma. Esta provém da perda ou do descarte ilegal de artes de pesca no mar, uma vez que, ao permanecer no ambiente, esses aparelhos continuam capturando organismos (Adelir-Alves et al., 2016). Este tipo de impacto é raramente incluído em estudos de manejo ou conservação, apesar de ser constatada sua relação direta nos altos índices de mortalidade nas populações de tartarugas marinhas nos últimos anos (Castilhos, 2011; Marcovaldi et al., 2011; Ribeiro et al., 2014; Correia et al., 2016).

Outros fatores antropogênicos ligados ao desenvolvimento costeiro que causam impacto negativo nas populações de tartarugas marinhas são a dragagem e o aterramento de praias, que alteram as características físicas e geomorfológicas, influenciando na desova, causando problemas na confecção dos ninhos e no próprio acesso das fêmeas às praias (Lutcavage et al., 1997; Musick, 1999). Além disso, podem alterar a temperatura de incubação, bem como as taxas de trocas gasosas e de absorção de água da câmara de ovos, causando possíveis alterações na proporção sexual e comprometendo a sobrevivência dos filhotes (Morreale et al., 2007; Poloczanska et al., 2009). A incidência de iluminação artificial nas praias também pode afetar a escolha do local de nidificação e o comportamento noturno de localização do mar, fazendo com que os filhotes sigam em direção às luzes artificiais quando eclodem de seus ovos, vindo a morrer sob postes de iluminação, correndo o risco de atropelamento e desidratação (Rivas et al., 2015; Pendoley et al., 2016; Cruz et al., 2018; Price et al., 2018).

As tartarugas também são prejudicadas pelas crescentes cargas de substâncias não-biodegradáveis, resíduos e poluentes que as zonas oceânicas e costeiras recebem diariamente (Gall e Thompson, 2015) e, com o passar dos anos, a disponibilidade de material inorgânico no oceano tem aumentado, ocasionando uma maior ingestão pelas tartarugas marinhas (Schuyler et al., 2014; Edris et al., 2018). As variáveis que podem estar envolvidas na ingestão de lixo são a disponibilidade no

ambiente, a estratégia de forrageio, o oportunismo, a detecção do material inorgânico (cor) e o tipo de dieta desses animais (Ryan, 1987; Lutz e Alfaro-Schulman, 1991; Edris et al., 2018). A presença de material inorgânico pode causar alterações físicas nos habitats, como a diminuição da cobertura de corais e alteração nas propriedades térmicas em habitats de sedimentos inconsolidados e arenosos, a partir do aumento da quantidade de fragmentos de plásticos nessas áreas (Donohue et al., 2001; Chiappone et al., 2005; Carson et al., 2011; Richards e Beger, 2011; Gall e Thompson, 2015).

Além da poluição ambiental, a poluição sonora é outra ameaça às tartarugas marinhas (Hamann et al. 2010) e as principais fontes de ruídos sonoros estão ligadas à navegação, à exploração e produção de petróleo e gás, além do uso de sonares navais, de operações militares marítimas (Hildebrand, 2009; Castellote et al., 2012; Harris et al., 2017; Sforza et al., 2017). Outra ameaça comum às tartarugas, é a utilização de canhões de ar comprimido (*airguns*), utilizados na pesquisa sísmica (McCauley et al., 2000). Essa atividade causa aumento na atividade natatória das tartarugas, provocando um padrão de comportamento errático nesses animais, podendo levá-las a se afastar de suas áreas de alimentação e nidificação (Gausland, 2000). Segundo Nelms (2016), apenas três países em todo o mundo (Brasil, Canadá e Estados Unidos) incluem tartarugas em suas diretrizes de mitigação das atividades sísmicas. O Brasil, por meio da Instrução Normativa Conjunta IBAMA/ICMBio nº 01/2011, restringe essa e outras atividades nas principais áreas de desova de tartarugas marinhas, durante o pico do período reprodutivo (Sforza et al., 2017).

À medida que a degradação do meio ambiente costeiro aumenta, podemos esperar altas taxas de mortalidade e aumento no número de encalhes (Cantor et al., 2020). Apesar de estudos apontarem um aumento gradativo de ninhos (Colman et al., 2019), a quantidade de barcos de pesca comercial vem aumentando drasticamente em todos os oceanos, causando a morte de milhares de tartarugas marinhas por captura incidental (López-Mendilaharsu et al., 2020).

Ao monitorar eventos de encalhe ao longo do tempo e do espaço, pode-se inferir ocorrência, distribuição, taxas de mortalidade e outros parâmetros demográficos necessários para orientar os esforços de conservação (Hart et al., 2006; Vélez-Rubio et al., 2013; Monteiro et al., 2016; ten Doeschate et al., 2018; Tagliolatto et al., 2020). Essas ações podem beneficiar, além das tartarugas marinhas, outras espécies que se sobrepõem à distribuição e ao uso do habitat, além de todo o ambiente marinho (Lascelles et al., 2014).

Por essas razões, nosso principal objetivo nesse estudo é apresentar os aspectos relacionados à conservação das tartarugas marinhas no litoral do estado do Maranhão. No primeiro capítulo mapeamos as áreas de ocorrência e as áreas de nidificação das espécies de tartaruga marinha, identificamos as áreas prioritárias para conservação, e propomos a implementação de ações de conservação e pesquisa a longo prazo na zona costeira do estado do Maranhão. No segundo capítulo avaliamos os impactos antrópicos e identificamos as causas da mortandade de tartarugas marinhas ao longo dos anos no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu-Grobois F.A., Plotkin P., 2008. *Lepidochelys olivacea*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.K.2008.LTS.11534A3292503.en>

Adelir-Alves, J.; Rocha, G.R.A.; Souza, T.F.; Pinheiro, P.C. & Freire, K.D.M.F. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gears in rocky reefs of Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 64, n. 4, p. 427-434, 2016.

Aires, S., Scabin, A. B. e Pessanha, A. L. M. 2015. Percepção Ambiental dos Frequentadores de Praias Paraibanas Sobre as Tartarugas Marinhas: A Influência do Projeto Tartarugas Urbanas. *Ambiente & Educação*. Vol. 20, n. 2.

Almeida, A.P., Eckert, S.A., Bruno, S.C., Scalfoni, J.T., Giffoni, B., López-Mendilaharsu, M., Thomé, J.C.A. 2011. Satellitetracked movements of female *Dermochelys coriacea* from southeastern Brazil. *Endangered Species Research*. 15: 77-86.

Bahia, N. C. F.; Bondioli, A. C. V. 2010. Interação das tartarugas marinhas com a pesca artesanal de cerco-fixo em Cananéia, litoral sul de São Paulo. *Biotemas*. 23, 203-213.

Billes, A., Fretey, J., Verhage, B., Huijbregts, B., Giffoni, B., Prosdocimi, L., Albareda, D. A., Georges, J.Y. & Tiwari, M. 2006. First evidence of leatherback movement from Africa to South America. *Marine Turtle Newsletter*, 111: 13–14.

Bjorndal, K. A., 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz, P.L. & Musick, J.A. The biology of sea turtles, 1, 199-231. Marine Science Series. CRC Press. 432p.

Bolten, A. C. Active swimmers – passive drifters. In: Bolten, A.B.; Witherington, B.E (Eds.) Loggerhead sea turtles, [S.l.], Smithsonian Institution, p.63-78, 2003.

Brito, T. P.; de Oliveira, A. N. D.; da Silva, D. A. C.; de Souza Rochas, J. A. 2015. Conhecimento ecológico e captura incidental de tartarugas marinhas em São João de Pirabas, Pará, Brasil. Biotemas, 28(3), 159-175.

Bullimore, B.; Newman, P.B.; Kaiser, M.J.; Gilbert, S.E.; Lock., K.M. 2001. A study of catches in a fleet of "ghost-fishing" pots. Fishery Bulletin, Seattle, 99: 247-256.

Cantor, M., Barreto, A. S., Taufer, R. M., Giffoni, B., Castilho, P. V., Maranhão, A., Beatriz, C., Kolesnikovas, C., Godoy, D., Rogério, D. W., Dick, L., Groch, K. R., Rosa, L., Cremer, M. ., Cattani, P. E., Valle, R. R., and Domit, C. High incidence of sea turtle stranding in the southwestern Atlantic Ocean. – ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsaa073.

Carson, H.S., Colbert, S.L., Kaylor, M.J., McDermid, K.J., 2011. Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. Mar. Pollut. Bull. 62, 1708–1713. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.032.

Casale, P. 2011. Sea turtle by-catch in the Mediterranean. Fish and Fisheries, 12: 299-316. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00394.x>

Castellote, M., Clark, C.W., Lammers, M.O., 2012. Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biol. Conserv.* 147, 115– 122, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.021>.

Castilhos, J. C. de; Coelho, C. A.; Argolo, J. F.; Santos, E. A. P. dos; Marcovaldi, M. A.; Santos, A. S. dos; Lopez, M. 2011. Avaliação do estado de conservação da Tartaruga Marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Revista Científica Biodiversidade Brasileira*, ano 1, nº 1, p. 28-36.

Chiappone, M., Dienes, H., Swanson, D.W., Miller, S.L., 2005. Impacts of lost fishing gear on coral reef sessile invertebrates in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Biol. Conserv.* 121, 221–230. doi:10.1016/j.biocon.2004.04.023.

CITES. 2007. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Apéndice I. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, Dirección de Fauna y Flora Silvestres.

Colman, L.P., Sampaio, C.L.S., Weber, M.I., de Castilhos, J.C., 2014. Diet of olive ridley sea turtle, *Lepidochelys olivacea*, in the Waters of Sergipe, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, Washington, v. 13, n. 2, p.266-271, 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.2744/CCB-1061.1>

Colman L.P., Thomé J.C.A., Almeida Ad.P., Baptistotte C. and others (2019) Thirty years of leatherback turtle *Dermochelys coriacea* nesting in Espírito Santo, Brazil, 1988-2017: reproductive biology and conservation. *Endang Species Res* 39:147-158. <https://doi.org/10.3354/esr00961>

Correia, J.M.S., dos Santos, E.M. Moura G.J.B. 2016. Conservação de Tartarugas Marinhas no Nordeste do Brasil: Pesquisas, Desafios e Perspectivas/organizadores. – Recife : EDUFRPE.

Cruz, L. M.; Shillinger, G. L.; Robinson, N. J.; Tomillo, P. S.; Paladino, F. V. 2018. Effect of light intensity and wavelength on the in-water orientation of Olive Ridley Turtle hatchlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.505, p.52-5.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2018.05.002>

Cunha, O.R., 1975. Sobre a ocorrência da tartaruga de couro *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1758) na foz do Rio Amazonas (*Chelonia*, *Dermochelyidae*). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 81, 1-18.

da Silva, A.C.C.D.; Santos, E.A.P.; Oliveira, F.L.C.; Weber, M.I.; Batista, J.A.F.; Serafini, T. Z. & De Castilhos, J. C., 2011. Satellite-tracking reveals multiple foraging strategies and threats for olive ridley turtles in Brazil. *Marine Ecology Progress Series*, 443: 237-247. doi:10.3354/meps09427.

di Benedetto, A. P. M.; De Moura, J. F. & Siciliano, S., 2015. Feeding habits of the sea turtles *Caretta caretta* and *Lepidochelys olivacea* in south-eastern Brazil. *Marine Biodiversity Records*, 8; e122. United Kingdom. doi:10.1017/S1755267215001001; Published online.

Donohue, M.J., Boland, R.C., Sramek, C.M., Antonelis, G.A., 2001. Derelict fishing gear in the Northwestern Hawaiian Islands: Diving surveys and debris removal in 1999 confirm

threat to Coral Reef ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.* 42, 1301–1312. doi:10.1016/S0025-326X(01)00139-4

Edris Q. L., Leite C. S., Silva C. S. A., Melo L. F. e FanelliVelozo C. 2018. Análise do conteúdo alimentar de tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) mortas em encalhes na Costa de Peruíbe, litoral Sul de São Paulo. *UNISANTA Bioscience* Vol. 7 n° 6.

Gall, S.C., Thompson, R.C., 2015. The impact of debris on marine life. *Mar. Pollut. Bull.* doi:10.1016/j.marpolbul.2014.12.041

Gausland, I. 2000. The impact of seismic surveys on marine life. *The Leading Edge*. 19 (8):903-905.

Hamann, M.; Godfrey, M. H.; Seminoff, J. A.; Arthur, K.; Barata, P.C. R.; Bjorndal, K. A.; Bolten, A. B.; Broderick, A. C.; Campbell, L. M.; Carreras, C.; Casale, P.; Chaloupka, M.; Chan, S. K. F.; Coyne, M. S.; Crowder, L. B.; Diez, C. E.; Dutton, P. H.; Epperly, S. P.; Fitzsimmons, N. N.; Formia, A.; Girondot, M.; Hays, G. C.; Ijiunn, C.; Kaska, Y.; Lewison, R.; Mortimer, J. A.; Nichols, W. J.; Reina, R. D.; Shanker, K.; Spotila, J. R.; Tomás, J.; Wallace, B. P.; Work, T. M.; Zbinden, J. & Godley, B. J. 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, 11: 245-269.

Harris, C.M., Thomas, L., Falcone, E.A., Hildebrand, J., Houser, D., Kvalsheim, P.H., Lam, F.P.A., Miller, P.J.O., Moretti, D.J., Read, A.J., Slabbekoorn, H., Southall, B.L., Tyack, P.L., Wartzok, D., Janik, V.M., 2017. Marine mammals and sonar: dose–response studies, the risk-

disturbance hypothesis and the role of exposure context. *J. Appl. Ecol.*, 1–9.
<http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12955>.

Hart, K. M., Mooreside, P., and Crowder, L. B. 2006. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. *Biological Conservation*, 129: 283–290.

Hays, G.C.; Dray, M.; Quaife, T.; Smyth, T.J.; Mironet, N.C.; Luschi, P.; Papi, F.; Barnsley, M.J. 2002. Movements of migrating green turtles in relation to AVHRR derived sea surface temperature. *International Journal of Remote Sensing*, 22, (8): 1403–141.

Hildebrand, J., 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 395, 5–20. <http://dx.doi.org/10.3354/meps08353>.

Hirasawa, T.; Nagashima, H.; Kuratani, S., 2013. The endoskeletal origin of the turtle carapace. *Nature Commun*, 4:2107 doi: 10.1038/ncomms3107.

Hirth, H.F. 1997. Synopsis of the biological data on Green Turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758). U.S. Fish and Wildlife Service.

Humber, F., Godley, B. J., & Broderick, A. C., 2014. So excellent a fish: a global overview of legal marine turtle fisheries. *Diversity and Distributions*, 20(5), 579-590.

International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 June 2021.

Laist, D.W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, in: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. Springer-Verlag, New York, pp. 99–139.

Lascelles, B., Notarbartolo Di Sciara, G., Agardy, T., Cuttelod, A., Eckert, S., Glowka, L., Hoyt, E., Llewellyn, F., Louzao, M., Ridoux, V., and Tetley, Mike J., 2014. Migratory marine species: their status, threats and conservation management needs. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 24, pages 111– 127. doi: 10.1002/aqc.2512.

López-Mendilaharsu M., Giffoni B., Monteiro D., Prosdocimi L. and others (2020) Multiple-threats analysis for loggerhead sea turtles in the southwest Atlantic Ocean. *Endang Species Res* 41:183-196. <https://doi.org/10.3354/esr01025>

Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B. & Lutz, P.L. 1997. Human impacts on sea turtle survival, p. 387-409. In: Lutz, P.L. & Musick, J.A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press.

Lutz, P. L., Alfaro-Schulman, A. A. 1991. The effects of chronic plastic ingestion on Green Sea Turtle, Report NOAASB21-WCH06134, U.S. Department of Commerce, Miami, FL.

Luschi, P., Benhamou, S., Girard, C., Ciccione, S., Roos, D., Sudre, J., Benvenuti, S., 2007. Marine turtles use geomagnetic cues during open-sea homing. *Current Biology*. 17(2): 126-133.

Luschi, P., Hays, G.C., Papi, F. 2003. A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents. *Oikos*. 103(2): 293-302.

Marcovaldi, M. Â. & Chaloupka, M., 2007. Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook. *Endangered Species Research*, 3: 133-143.

Marcovaldi, M.A.; Lopez, G.G.; Soares, L.S.; Lima, E.H.S.M.; Thomé, J.C.A. & Almeida, A.P. 2010. Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behavior in Northeastern Brazil. *Endangered Species Research*, 12: 263-272.

Marcovaldi, M. Â.; Lopez, G. G.; Soares, L. S.; Santos, A. J. B.; Bellini, C.; Dos Santos, A. S. & López-Mendilaharsu, M., 2011. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*. Ano I, 1: 20-27.

Márquez, R.M. 1990. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*., Roma, v. 11, n. 125, 81 p.

McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.-N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., McCabe, K., 2000. Marine seismic surveys: a study of environmental implications. *APPEA* 692–708.

Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. 492 p.

Monteiro, D. S., Estima, S. C., Gandra, T. B. R., Silva, A. P., Bugoni, L., Swimmer, Y., Seminoff, J. A. et al. 2016. Long-term spatial and temporal patterns of sea turtle strandings in southern Brazil. *Marine Biology*, 163: 247

Morreale, S.J.; Plotkin, P.; Shaver, D. & Kalb, H.J. 2007. Adult migration and habitat utilization –Ridley turtles in their element, p. 213-229. In: Plotkin, P.T. (Ed.). *Biology and Conservation of Ridley Sea Turtles*. Johns Hopkins University Press.

Mortimer, J.A.; Carr, A. 1987. Reproduction and migrations of the Ascension Island green turtles (*Chelonia mydas*). *Copeia*:103–113.

Mortimer, J. A. & Donnelly, M. 2007. IUCN Red List status assessment, hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). Marine Turtle Specialist Group.

Musick, J. A. 1999. *Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals*. American Fisheries Society, Bethesda, DC.

Naro-Maciel, E.; Becker, J. H.; Lima, H. S. M.; Marcovaldi, M.A. & Desalle, R. 2007. Testing Dispersal Hypotheses in Foraging Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*) of Brazil. *Journal of Heredity*, 98(1): 29-39.

Nelms, S. E., Piniak, W. E. D., Weir, C. R., Godley, B. J. 2016. Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat? *Biological Conservation* 193: 49 – 65.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2015.10.020>

Pendoley, K.; Kamrowski, R. L. 2016. Sea-finding in marine turtle hatchlings: What is an appropriate exclusion zone to limit disruptive impacts of industrial light at night?. *Journal for Nature Conservation*, v.30, p.1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.12.005>

Poloczanska, E.S.; Limpus, C.J. & Hays, G.C. 2009. Vulnerability of marine turtles to climate change. *Advances in Marine Biology*, 56: 151-211.

Price, J. T.; Bruce, D.; Domangue, R. J.; Paladino, F. V. 2018. Exploring the role of artificial lighting in loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nest-site selection and hatchling disorientation. *Herpetological Conservation and Biology*, v.13, p.415-422.

Pupo, M. M.; Soto, J. M. R. E Hanazaki, N. 2006. Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, [S.I.], vol 18, n 4, pág 63-72.

REMANE. Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos. Rede de Encalhe de Mamíferos Aquáticos do Nordeste. Recife: Ibama, 2005.

Ribeiro, A.B.N.; Barreto, L.; Ribeiro, L.E.S.; Azevedo, R.R. Conservation aspects of sea turtles in Maranhao island, Sao Luis, Brazil. *Biosci. J., Uberlândia*, v. 30, n. 3, p. 874-878, 2014.

Richards, Z.T., Beger, M., 2011. A quantification of the standing stock of macro-debris in Majuro lagoon and its effect on hard coral communities. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 1693–1701. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.06.003

Rivas, M. L.; Tomillo, P. S.; Uribeondo, J. D.; Marco, A.. Leatherback hatchling sea-finding in response to artificial lighting: Interaction between wavelength and moonlight. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v.463, p.143-149, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.12.001>

Ryan, P. G. 1987. The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. *Marine Environmental Research*, v. 23, 3.ed. p. 175–206.

Schuyler, Q.; Wilcox, C.; Townsend, K.; Hardesty, B. D. & Marshall, N. J. 2014. Mistaken identity? Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. *BMC Ecology* 14:14.

Sforza, R., Marcondes, A.C.J., Pizetta, G.T., 2017. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos. Brasília: ICMBio, 130 p.

Silva, A.C.C.D. Castilhos J.C., Santos, E.A.P., Brondizio, L.S., Bugoni, L., 2010. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. *Ocean and Coastal Management*, Oxford, v. 53, p. 570-576.

Tagliolatto, A. B., Goldberg, D. W., Godfrey, M. H., and MonteiroNeto, C. 2020. Spatio-temporal distribution of sea turtle strandings and factors contributing to their mortality in south-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 30: 331–350.

ten Doeschate, M. T., Brownlow, A. C., Davison, N. J., and Thompson, P. M. 2018. Dead useful; methods for quantifying baseline variability in stranding rates to improve the ecological value of the strandings record as a monitoring tool. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98: 1205–1209.

Vélez-Rubio, G. M., Estrades, A., Fallabrino, A., and Toma's, J. 2013. Marine turtle threats in Uruguayan waters: insights from 12 years of stranding data. *Marine Biology*, 160: 2797–2811.

Wyneken, J. 2001. *The anatomy of sea turtles*. Miami: National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 470.

Zardoya R, Meyer, A., 2001. The evolutionary position of turtles revised. *Naturwissenschaften* 88:193-200.

Capítulo 1

Mapeamento de áreas de ocorrência de tartarugas
marinhas em zona costeira do estado do Maranhão,
Brasil

O capítulo 1 desta tese foi elaborado e formatado conforme as normas da publicação científica Herpetological Conservation and Biology, as quais se encontram em anexo (Anexo 2).

Mapeamento de Áreas de Ocorrência de Tartarugas Marinhas na Zona Costeira do Estado do Maranhão, Brasil

Luis Eduardo S Ribeiro^{1,2}, Larissa Barreto^{2,3}, Juarez Pezzuti^{1,4}

¹ *Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará/ Museu Paraense Emilio Goeldi. R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110, Belém, Pará, Brasil.*

² *Projeto Quelônios Aquáticos do Maranhão - QUEAMAR, Universidade Federal do Maranhão. Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.*

³ *Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão. Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.*

⁴ *Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - NAEA, Universidade Federal do Pará. R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110, Belém, Pará, Brasil.*

Short title.- Mapeamento de áreas de ocorrência de tartarugas marinhas

MAPPING OCCURRENCE OF SEA TURTLES IN THE COASTAL ZONE OF MARANHÃO STATE, BRAZIL

Abstract.— The coastal spaces have great wealth in terms of natural and environmental resources. However, these areas have been put at risk due to the intensity of the disorderly occupation process, with intense urbanization, relevant port, and industrial activities; in addition to a large-scale tourism and leisure exploitation. Moreover, although the Maranhão state has its entire coastal zone protected by Conservation Areas, sea turtles are constantly the target of intense exploitation, mainly through bycatch. Our objective in this work was to identify the species of sea turtles, map the occurrence and nesting areas in the coastal zone of Maranhão state, based on the records of stranding and nesting occurrence obtained between September 2005 and July 2020. We recorded strandings of the five species of sea turtles: *Chelonia mydas*, *Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta*, and *Dermochelys coriacea*. As for location, we recorded 23 occurrences of sea turtles on the western coast, 119 occurrences in the gulf of Maranhão, and 329 occurrences on the eastern coast of Maranhão State. Regarding reproductive events, we recorded six nests on the west coast, five in the gulf of Maranhão, and four on the east coast. We identified nine *E. imbricata* nests and six nests from unidentified species. The results that we present in this study are critically important and may support conservation actions for sea turtle populations in the coastal zone of Maranhão.

Key Words.— chelonians; conservation; protected areas

Resumo.— Os espaços litorâneos possuem uma grande riqueza em termos de recursos naturais e ambientais, que vem sendo colocados em risco em decorrência da intensidade do processo de ocupação desordenada, com intensa urbanização, atividades portuárias e industriais relevantes, além de exploração turística e de lazer em larga escala. Além disso, apesar do Estado do Maranhão, Brasil, ter toda sua zona costeira protegida por Unidades de Conservação (UC), as tartarugas marinhas são constantemente alvo de intensa exploração, principalmente pela pesca acidental. Nosso objetivo nesse trabalho foi identificar as espécies de tartarugas marinhas, mapear as áreas de ocorrência e as áreas de nidificação na zona costeira do Estado do Maranhão, com base nos registros de ocorrência de encalhes e desovas, obtidos entre o período de setembro de 2005 à julho de 2020. Registramos encalhes das cinco espécies de tartarugas marinhas: *Chelonia mydas*, *Lepidochelys olivacea*, *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea*. Quanto à localização, registramos 23 ocorrências de tartarugas marinhas no litoral ocidental, 119 ocorrências no golfo maranhense e 329 ocorrências no litoral oriental do Estado do Maranhão, Brasil. Sobre os eventos reprodutivos, ocorreram seis desovas no litoral ocidental, cinco desovas no golfo maranhense e quatro no litoral oriental, sendo nove ninhos de *E. imbricata* e seis de espécies não identificadas. Os resultados que apresentamos nesse estudo são relevantes e deverão subsidiar ações de conservação das populações de tartarugas marinhas na zona costeira maranhense.

Palavras-Chave.— áreas protegidas; conservação; quelônios

INTRODUÇÃO

As zonas costeiras constituem aproximadamente 10% da superfície total dos oceanos, e incluem todos os mares interiores, estuários, mangues, restingas, campos de dunas e falésias, baías, recifes e corais, praias e costões, planícies intermarés e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico (Delgado-Noriega e Astorga-España, 2005), considerados os mais produtivos da biosfera (Ministério do Meio Ambiente - MMA, 1998). Os ecossistemas costeiros são grandes berçários naturais, tanto das espécies características desses ambientes, como as pelágicas, quanto de outros animais que migram para essas áreas durante as fases reprodutiva e de alimentação (Wegner, et al., 2005).

Existem várias definições de Zona Costeira (ZC), algumas baseadas nas características físicas, enquanto outras incluem aspectos demográficos e de funcionalidade ecológica (Gruber et al., 2003). Segundo Rodríguez e Windevoxhel (1998), numa das conceituações mais aceitas, Zona Costeira é “o espaço delimitado pela interface entre o oceano e a terra, ou seja, a faixa terrestre que recebe influência marítima e a faixa marítima que recebe influência terrestre”, ou, ainda, como sendo a unidade territorial que vai “desde o limite da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) até o limite terrestre afetado pelo clima marítimo” (Clark, 1996; GESAMP, 1997). O governo brasileiro utiliza esta definição no Art. 3º do Decreto nº 5.300/2004.

Na Constituição brasileira de 1988, em seu artigo 3ª zona costeira brasileira é considerada patrimônio nacional e corresponde ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e uma faixa terrestre (BRASIL, 2004). As zonas costeiras são regiões muito suscetíveis aos impactos, tanto das pressões humanas quanto naturais, associadas principalmente às mudanças climáticas e às variações do nível do mar (Muehe, 2012).

A região litorânea, como faixa de contato entre a terra e o mar, abriga atividades humanas características de sua situação privilegiada: as práticas de pesca comercial e recreativa, a maricultura, o transporte marítimo, os esportes aquáticos, o uso dos terminais portuários, as indústrias de pesca e turismo, dentre diversas outras (Silva e Schaeffer-Novelli, 2000). Os espaços litorâneos possuem uma significativa riqueza em termos de recursos naturais e ambientais, que vem sendo colocada em risco em decorrência da intensidade do processo de ocupação desordenada (Oliveira et al., 1999; Muehe, 2012). Por tudo isso, a zona costeira se caracteriza pela complexidade das atividades desenvolvidas e pela sensibilidade dos seus ecossistemas, abrigando um mosaico de áreas de alta relevância ambiental (Oliveira et al. 1999), sendo que qualquer alteração produzida nessas zonas pode refletir no modo de vida das espécies que dela fazem uso.

As tartarugas marinhas desempenham importante papel no ecossistema marinho, atuando como consumidores, presas, competidores e hospedeiros (Bjorndal e Jackson, 2003), interagem em simbiose com outras espécies, como camarões e rêmoras (Sazima et al., 2004; Sazima e Grossman, 2006), transportam epibiontes e algas filamentosas (Casale et al., 2004). Apresentam a capacidade de transportar alimento de um sistema produtivo para um menos fértil, como o que ocorre nas praias de desovas, quando as tartarugas marinhas depositam seus ovos, aportando matéria orgânica rica em nutrientes com altas concentrações energéticas (McLachlan e McGwynne, 1986; Deegan, 1993). Essa energia é então aproveitada pelo sistema através de predadores e, também, de detritívoros, que decompõem a matéria orgânica, deixando nutrientes à disposição em formas simples e de fácil assimilação (Bouchard e Bjorndal, 2000; Bjorndal e Jackson, 2003).

São reconhecidas, atualmente, sete espécies de tartarugas marinhas, das quais cinco ocorrem e se reproduzem no Brasil: a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*; Marcovaldi e Laurent, 1996). Todas as cinco espécies estão ameaçadas de extinção em algum nível de acordo com a lista

vermelha do Ministério do Meio Ambiente - MMA (MMA, 2018) e da União Internacional para a Conservação da Natureza-IUCN (IUCN, 2021). As tartarugas marinhas são animais migratórios, que realizam movimentos relativamente longos em uma base anual ou sazonal, ao longo de seu ciclo de vida, desencadeados pelo clima local, disponibilidade de alimentos ou para nidificação (Lascelles et al., 2014). A vulnerabilidade das populações de tartarugas marinhas é ainda agravada por outros traços da história de vida, como extensas migrações entre diferentes áreas, combinadas com a fidelidade do local de nidificação e áreas de alimentação (Plotkin, 2003; Wallace et al. 2010; 2011; Wallace, 2013).

As diversas feições geomorfológicas do litoral maranhense, como a grande área de manguezal e extensas praias arenosas fazem com que a zona costeira maranhense seja uma região propícia para alimentação e reprodução de tartarugas marinhas (Rebelo-Mochel, 1997; Rios, 2001; Kjerfve et al. 2002; Marcovaldi e Santos, 2011; Silva e Karam, 2012). A distribuição espacial e temporal das espécies de tartarugas apresenta padrões distintos, em algumas regiões verifica-se o predomínio de algumas espécies em um determinado período do ano relacionado à reprodução, em outros casos, a ocorrência dos animais está associada à alimentação, podendo variar de acordo com os estágios de vida: filhotes, juvenis e adultos (Marcovaldi e Santos, 2011).

Mesmo com a presença das Unidades de Conservação e das Leis Nacionais e Internacionais de Proteção, as tartarugas marinhas são constantemente alvo de intensa exploração no Brasil (Marcovaldi et al., 2006; Wallace, 2013; Sforza et al., 2017), inclusive no Estado do Maranhão (Ribeiro et al., 2014). Uma melhor compreensão dos impactos causados pelas atividades antropogênicas sobre estes organismos é essencial para avaliar o risco de extinção populacional e identificar estratégias eficazes de conservação (Santos et al., 2018). Estudos sobre tartarugas marinhas no Maranhão ainda são raros e pouco esclarecedores, e a falta de informações sobre aspectos biológicos e os efeitos das variáveis ecológicas do ambiente sobre as espécies dificultam a implantação de ações de manejo e conservação mais adequadas (Ribeiro et al., 2014). Uma

característica importante a ser ressaltada é o fato de as tartarugas marinhas retornarem às praias onde nasceram para nidificar (Schroeder e Murphy, 2000), sendo imprescindível que essas áreas de provável sítio de desova sejam identificadas e monitoradas, garantindo, assim, a reprodução das espécies. Assim, o objetivo deste trabalho foi mapear as áreas de ocorrência e as áreas de nidificação de cada espécie de tartaruga marinha na zona costeira do Estado do Maranhão, identificando áreas prioritárias para sua conservação e propondo a implementação de ações de conservação e pesquisa a longo prazo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A costa maranhense possui grande importância no cenário brasileiro, estendendo-se no sentido oeste-leste por 640 km, desde a foz do rio Gurupi à do rio PARNAÍBA, possuindo singularidades geoambientais expressas pelas maiores amplitudes de marés do país (MMA, 2014). Possui o segundo mais extenso litoral do Brasil, superado apenas pelo estado da Bahia, sendo dividido em Litoral Ocidental, Golfão Maranhense e Litoral Oriental (Batistella et al., 2013; Figura 1).

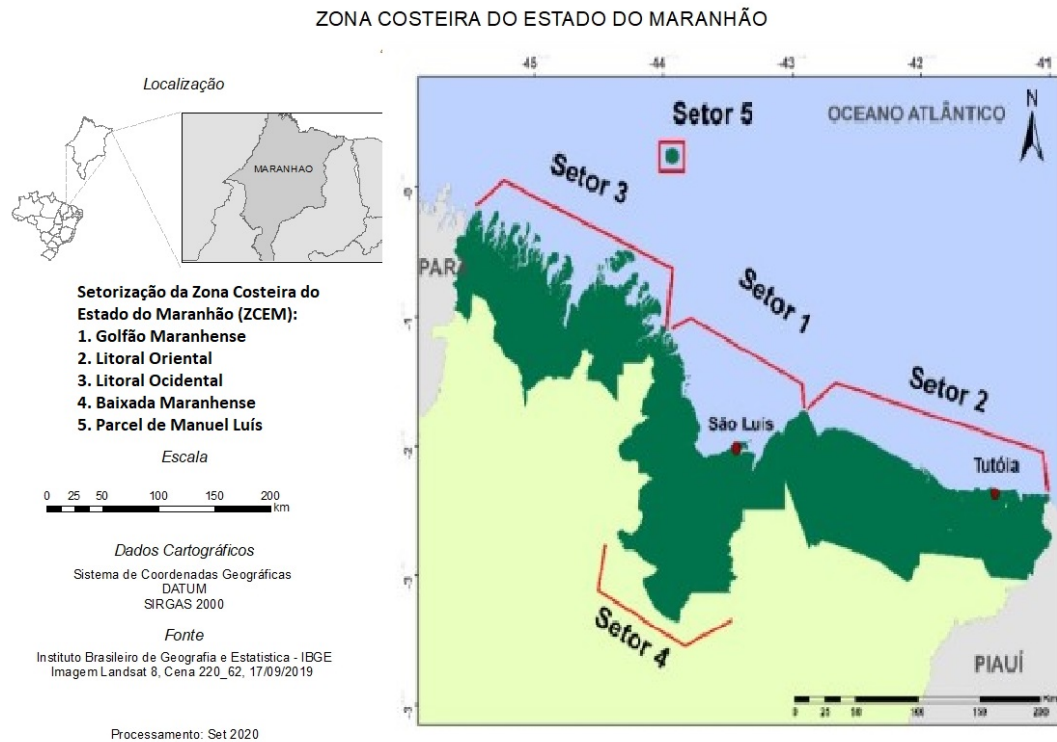


Figura 1 - Mapa de setorização da Zona Costeira do Estado do Maranhão. Fonte: Adaptado de MMA, 1996

A paisagem é marcada por ambientes estuarinos, referidos como desaguadouros de rios no oceano, oposto ao delta, que aparece geralmente constituído por vários braços (Guerra e Guerra, 2011). Essa região faz parte do maior sistema contínuo de manguezais do mundo (Souza Filho, 2005) que, por sua vez, são considerados os mais estruturalmente complexos do Brasil (Rebelo-Mochel, 2011). Esses ambientes servem de refúgio para aves migratórias, extração de mariscos e crustáceos, além de comporem extensa zona praial, definidas por Muehe (2012) como áreas de deposição de sedimentos, principalmente arenosos, acumulados pela ação das ondas, e que atuam como um importante elemento de proteção do litoral.

O **Litoral Ocidental** compreende a área localizada nas reentrâncias maranhenses, que se estende da foz do rio Gurupi (o rio marca o limite entre os estados do Maranhão e Pará), a oeste, até a margem ocidental da baía de Cumã, a leste, tendo como limite a ponta do Guajuru, no município de Cedral (Muehe, 2012). Nesta faixa de terra podem ser identificados os seguintes ecossistemas: apicuns, falésias, lagoas, manguezais, pântanos salinos e salobros, praias e vasas

(Feitosa e Trovão, 2006). Nele estão inseridos a Área de Proteção Ambiental (APA) das Reentrâncias Maranhenses, a APA da Baixada Maranhense e a Reserva Extrativista (RESEX) Marinha de Cururupu (Gostinski, 2012).

A APA das Reentrâncias Maranhenses é uma Unidade de Conservação estadual criada pelo Decreto nº 11.901, de 11 de junho de 1991, com uma área total de 2.681.911,2 hectares, considerada uma Unidade de Uso Sustentável na categoria de Área de Proteção Ambiental conforme o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), Lei Ordinária Nº 9.413, de 13 de julho de 2011 (Gostinski, 2012).

A APA da Baixada Maranhense é uma Unidade de Conservação estadual criada pelo Decreto nº 11.900, de 11 de junho de 1991, com uma área total de 1.775.035,6 hectares, considerada uma Unidade de Uso Sustentável na categoria de Área de Proteção Ambiental conforme o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), Lei Ordinária Nº 9.413, de 13 de julho de 2011 (Gostinski, 2012).

A RESEX Marinha de Cururupu é uma Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável, criada em 2004 com o objetivo de assegurar o território tradicionalmente ocupado por pescadores artesanais, assim como promover o uso racional e sustentável dos recursos naturais (ICMBIO, 2016). É considerada a maior RESEX em ambiente marinho-costeiro do Brasil, com uma área total de 186.000 hectares de mangues, restingas, apicuns, praias arenosas e vegetação de terras firmes (ICMBIO, 2016). Seu interior é ocupado por 12 comunidades de pescadores artesanais, que desenvolvem historicamente um modo de vida particular, dito tradicional (Disconzi, 2002).

O **Golfão Maranhense** está localizado no extremo norte do Estado do Maranhão e é constituído pelas baías de São Marcos e São José, compostas pelos municípios de São José de Ribamar, Raposa, Paço do Lumiar e pela capital do estado do Maranhão, São Luís (Souza Filho, 2005). Esta região faz parte de uma zona costeira marcada por estuários e reentrâncias; as águas locais são tipicamente estuarinas e dotadas de uma intensa dinâmica, regulada principalmente pelas

marés que chegam a alcançar até sete metros de amplitude, possibilitando uma extensa penetração marinha no interior dos estuários (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2013; Muniz, 2004). Limita-se, ao norte, com o Oceano Atlântico; ao sul, com a Baía do Arraial e com o Estreito dos Mosquitos; a leste, com a Baía de São José, e a Oeste, com a Baía de São Marcos (Muniz, 2004).

O **Litoral Oriental**, compreendido entre o Golfão Maranhense e a foz do rio PARNAíba (o rio marca o limite entre os estados do Maranhão e Piauí), caracteriza-se por uma paisagem marcada por uma linha de costa retilínea, recortando restingas, cordões de dunas fixas e móveis, manguezais, praias, baías, ilhas, enseadas e sistemas deltaicos que têm como característica principal feições eólicas (Muehe, 2012). Conforme Muniz (2004), a planície costeira que abrange o litoral oriental maranhense representa uma área receptora de sedimentos provenientes da deriva litorânea, “carreados ao longo da costa nordeste com substancial incremento na foz do rio PARNAíba, da plataforma interna (recoberta com areias, com a ocorrência de dunas subaquáticas) pelas ondas e da carga (arenosa) retrabalhada pelas drenagens locais”. Nele estão inseridos o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, a APA da foz do Rio das Preguiças – Pequenos Lençóis – Região Lagunar Adjacente, e a RESEX Marinha da Baía de Tubarão (Gostinski, 2012; IMESC, 2020).

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses foi criado pelo Decreto nº 86.060, de 02 de junho de 1981, apresenta uma linha de costa regular e tendo parte de sua extensão coberta por uma vasta área de dunas de areia. Considerado atualmente uma unidade de Proteção Integral na categoria de Parque Nacional, tem 155.000 ha e está inserido nos biomas Cerrado, Costeiro e Marinho (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA/ Gerência de Planejamento do Governo do Estado do Maranhão – GEPLAN, 2002).

A APA da foz do Rio das Preguiças – Pequenos Lençóis – Região Lagunar Adjacente é uma Unidade de Conservação estadual criada pelo Decreto nº 11.899 de 1 de junho de 1991, com

uma área total de 269.684,3 hectares, considerada atualmente uma Unidade de Uso Sustentável, Lei Ordinária nº 9.413, de 13 de julho de 2011 (Gostinski, 2012).

A Resex da Baía do Tubarão foi criada por meio do decreto no 9.340, de 5 de abril de 2018. É uma Unidade de Conservação (UC) Federal de Uso Sustentável e possui cerca de 224 mil hectares (ICMBIO, 2018). A proposta de criação da unidade surgiu a partir de demanda do Sindicato de Pescadores de Icatu e da Colônia de Pesca de Humberto Campos. A Baía do Tubarão está localizada entre a Ilha de São Luís e o Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

Metodologia

Para confeccionar os mapas das áreas de ocorrência de tartarugas marinhas utilizamos o banco de dados disponibilizado pelo Projeto QUEAMAR (Quelônios Aquáticos do Maranhão) da Universidade Federal do Maranhão, sendo considerados os registros de ocorrência de encalhes e desovas obtidos entre o período de setembro de 2005 a julho de 2020. O QUEAMAR utilizou diferentes metodologias três diferentes métodos para os registros de ocorrência de tartarugas marinhas ao longo do litoral do Estado do Maranhão: 1) Monitoramento Pontual, realizado apenas de forma oportuna, pontual, gerada por uma demanda, através da divulgação, com colagem e distribuição de cartazes (bares, hotéis, restaurantes) com telefones para contato e através da parceria estabelecida com o Batalhão de Bombeiros Marítimos – BBMAR; 2) Monitoramento Sistemático, realizado obedecendo uma periodicidade determinada utilizando o método de varredura (Hamann, 2010), que consiste em percorrer a praia observando todas as direções por toda extensão; E 3) monitoramento comunitário, colocado em prática através de uma parceria com ICMBio, em que os moradores locais/membros do conselho deliberativo da RESEX enviavam mensagens com fotos e localização das ocorrências.

Resumidamente, foram realizados os seguintes monitoramentos em cada uma das áreas de estudo: **Litoral Oriental:** PARNA dos Lençóis Maranhenses: monitoramento pontual e monitoramento sistemático; APA da foz do Rio das Preguiças/Pequenos Lençóis/Região Lagunar Adjacente: monitoramento pontual; RESEX da Baía de Tubarão: monitoramento pontual. **Golfão Maranhense:** Ilha do Maranhão: monitoramento pontual. **Litoral Ocidental:** APA da Baixada Maranhense: monitoramento pontual; RESEX Marinha de Cururupu: monitoramento comunitário.

Georreferenciamos os locais de ocorrência utilizando-se receptor de GPS (Global Positioning System), marca Garmin Etrex e aplicativos de localização para smartphones (GoogleMaps), posteriormente plotados em mapa da região estudada, utilizando o Software ArcMap 10.4.

Ao encontrar os animais, realizamos a coleta de informações sobre data, localização da ocorrência, estado do animal (vivo/morto), espécie, sexo e dados biométricos (comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) e largura curvilínea da carapaça (LCC)). O comprimento curvilíneo foi medido na linha mediana da carapaça, desde o ponto médio anterior (escudo nugal) até a porção mais distal das escamas supracaudais. A largura curvilínea foi medida no ponto mais largo da carapaça. As medidas foram realizadas com uma fita métrica flexível com precisão de 0,1 centímetros. Para as informações obtidas através de pescadores ou moradores locais, além das fotos e das localizações, os informantes foram incentivados a repassar as informações com o máximo de detalhes, tais como tipo de ocorrência (encalhe ou desova), estado do animal (vivo ou morto), causa do encalhe, em quais petrechos de pesca, marcas de cortes, entre outros.

Consideramos encalhe todo evento no qual um animal vem até a área de areia da praia, manguezais ou sobre rochas e/ou recifes de coral, vivo ou morto, e não apresenta condições de voltar à água do mar (Jefferson et al., 1993). No caso de encalhe de animais vivos, sempre que possível, passavam por avaliação clínica realizada por uma médica veterinária e, dependendo do estado de saúde, eram soltos ou encaminhados ao Centro de Triagem de Animais Silvestres (Cetas)

do IBAMA. Os espécimes foram identificados ao nível específico seguindo Wyneken (2001). Para os espécimes que não puderam ser identificados, devido ao grau de decomposição ou por haver apenas partes deles, foram registrados como espécie Não Identificada (NI). Sempre que possível, dependendo da maturidade sexual e do estado de decomposição, os espécimes foram identificados quanto ao sexo, com base no comprimento relativo da cauda, que é mais alongada nos machos (Wyneken, 2001).

Para classificar os espécimes de tartaruga de pente, tartaruga cabeçuda e tartaruga verde, quanto as em relação às classes etárias, utilizamos o critério adotado por Wyneken (2001), tomando por base o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC), sendo de 5 a 20 cm (filhote), de 21 a 80 (juvenil/subadulto) e > 80 cm (adulto). Para a tartaruga oliva, as referências foram de 5 a 10 cm (filhote), 11 a 46 cm (juvenil/sub-adulto) e > 46 cm (adulto).

Caracterizamos os eventos reprodutivos levando em consideração a característica do ninho encontrado (com ovos incubados ou com filhotes eclodidos), os flagrantos de fêmeas em processo de desova, a presença de rastros e a emersão dos filhotes do ninho. Nos casos de detecção do ninho, realizamos a abertura parcial para avaliar se o ninho era recente (ovos ainda em desenvolvimento e/ou ovos com filhotes não eclodidos) ou antigo (ninho com filhotes eclodidos). Nos ninhos recentes, marcamos os locais com uma estaca, os quais foram monitorados até a eclosão do primeiro filhote e, nos ninhos antigos, realizamos a abertura, a identificação da espécie (se possível), a contagem do número de filhotes eclodidos, filhotes natimortos (filhotes eclodidos, mas encontrados mortos no ninho) e ovos não rompidos.

Ao flagrar fêmeas em processo de desova não houve nenhum tipo de interação, apenas a marcação do local, e abertura do ninho só foi realizada após a eclosão dos filhotes ($\cong 60$ dias) para a contagem do número de ovos. Ao encontrar rastros na areia, realizamos a busca ativa do ninho. Ao encontrar filhotes emergindo do ninho, realizamos a abertura do mesmo para identificar a espécie, contagem do número de filhotes eclodidos, filhotes natimortos e ovos não rompidos.

Todos os dados foram preenchidos de acordo com os protocolos de coleta adotado pelo Projeto QUEAMAR (Anexo 1) em uma ficha de registro individual e, posteriormente, plotados em uma planilha Excel compondo o banco de dados.

RESULTADOS

Registramos cinco espécies de tartarugas marinhas: *C. mydas*, *L. olivacea*, *E. imbricata*, *C. caretta* e *D. coriacea*. No total, registramos 456 encalhes (Tabelas 1 e 2), com 79 ocorrências de indivíduos vivos e 15 eventos reprodutivos. *Chelonia mydas* foi a espécie com a maior frequência de encalhes (193 indivíduos mortos e 28 indivíduos vivos), com maior ocorrência nos meses de janeiro, setembro e novembro. *Lepidochelis olivacea* teve maior ocorrência nos meses de janeiro e setembro (137 indivíduos mortos e oito indivíduos vivos). *Eretmochelys imbricata* teve o maior número de registros de encalhe no mês de junho (14 indivíduos mortos e 36 indivíduos vivos). *Caretta caretta* (10 indivíduos mortos e sete indivíduos vivos), apenas nos meses de abril e maio não apresentaram ocorrência de encalhe. *Dermochelys coriacea* (um indivíduo morto e um indivíduo que encalhou vivo, mas que morreu dois dias após o encalhe), foi a que apresentou os menores índices. Outros 21 indivíduos não foram identificados quanto à espécie (Figura 2). Os indivíduos capturados vivos estavam associados a algum artefato de pesca (rede, anzol, curral) ou com alguma enfermidade (fibropapiloma, flutuação positiva, fecaloma), além de filhotes encontrados perdidos na areia (N=16).

Tabela 1 - Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), média dos Comprimentos Curvos da Carapaça (CCC) dos indivíduos encalhados entre os anos de 2005 a 2020 na zona costeira do Estado do Maranhão, Brasil.

Espécies	FA (n)	FR (%)	CCC +DP (cm)
<i>Chelonia mydas</i>	221	48,46	63,03 ± 29,31
<i>Lepidochelys olivacea</i>	145	31,80	62,33 ± 7,50
<i>Eretmochelys imbricata</i>	50	10,96	19,55 ± 28,45
<i>Caretta caretta</i>	17	3,73	76,5 ± 20,65
<i>Dermochelys coriacea</i>	2	0,44	166
Não Identificada	21	4,61	67,92 ± 25,27
TOTAL	456	100	

Tabela 2 – Frequência Absoluta (n) e Frequência Relativa (%) mensal de ocorrência por espécie de tartarugas marinhas na zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 a 2020.

Espécies	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)	FA (n)	FR (%)
<i>Chelonia mydas</i>	35	15,84	23	10,41	9	4,07	9	4,07	15	6,79	8	3,62	21	9,50	12	5,43	31	14,03	12	5,43	30	13,57	16	7,24
<i>Lepidochelys olivacea</i>	23	15,65	19	12,93	2	1,36	3	2,04	13	8,84	5	3,40	12	8,16	4	2,72	32	21,77	7	4,76	17	11,56	10	6,80
<i>Eretimochelys imbricata</i>	3	5,88	2	3,92	1	1,96	1	1,96	7	13,73	26	50,98	7	13,73	0	0,00	2	3,92	2	3,92	0	0,00	0	0,00
<i>Caretta caretta</i>	1	6,25	2	12,50	2	12,50	0	0,00	0	0,00	2	12,50	1	6,25	1	6,25	2	12,50	1	6,25	2	12,50	2	12,50
<i>Dermochelys coriacea</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00	0	0,00
Não Identificada	2	7,69	1	3,85	3	11,54	2	7,69	4	15,38	1	3,85	1	3,85	3	11,54	3	11,54	0	0,00	6	23,08	0	0,00

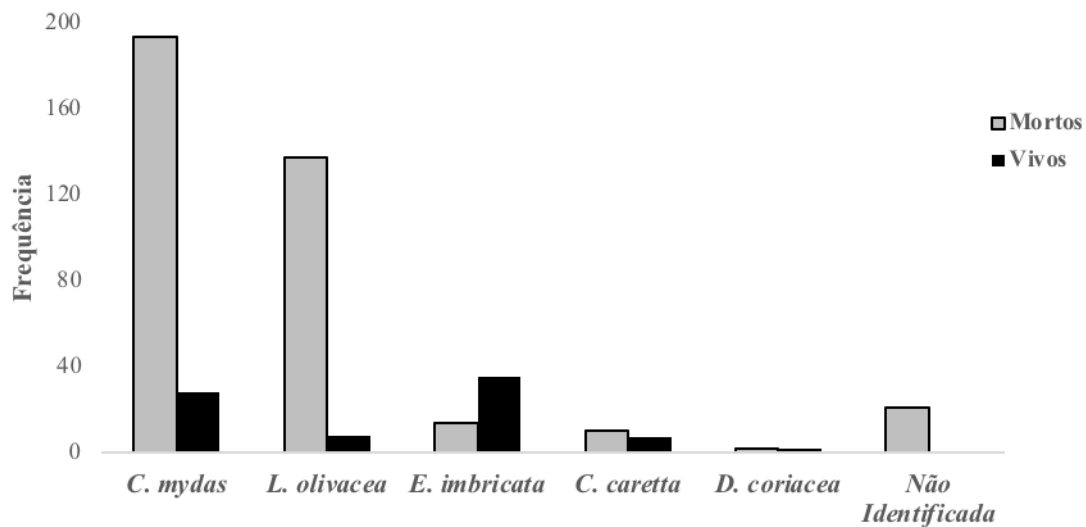


Figura 2 - Frequência de ocorrência de encalhes de tartarugas marinhas na zona costeira do Estado do Maranhão, Brasil, entre os anos de 2005 e 2020.

Com relação as classes etárias, os encalhes de *C. mydas* foi de 67,9% de juvenis, enquanto *L. olivacea* teve 84,7% encalhes de adultos. Já *E. imbricata* 77,4% de encalhes de filhotes. *Caretta caretta* e *D. coriacea* não diferença apresentaram diferenças entre as classes etárias, sendo nove adultos e oito juvenis e um adulto e um juvenil, respectivamente. As únicas espécies que tiveram ocorrência de indivíduos filhotes foram *E. imbricata* (n=41) e *L. olivacea* (n=2) (Figura 3).

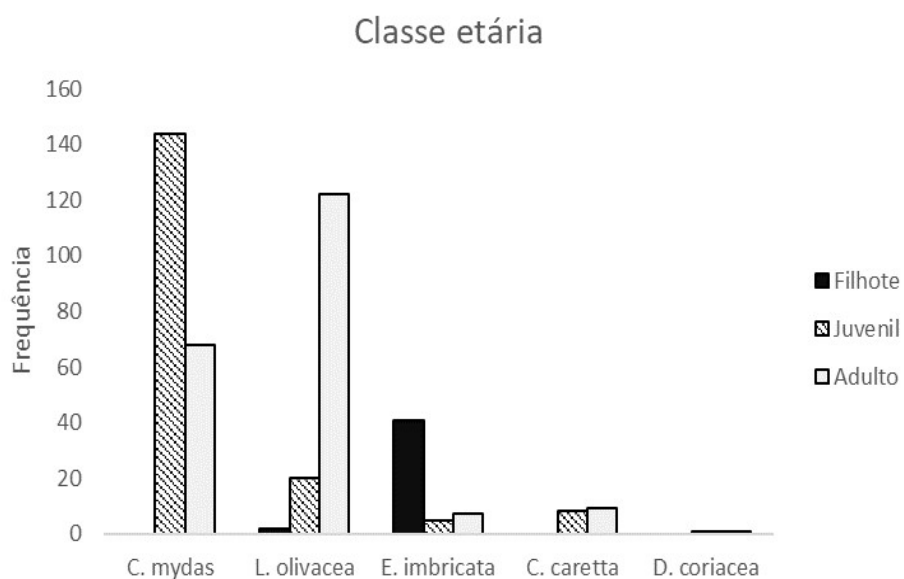


Figura 3 - Classes etárias das tartarugas marinhas encalhadas na zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.

Quanto à localização, houve 23 ocorrências de tartarugas marinhas no litoral ocidental, 119 ocorrências no golfo maranhense e 329 ocorrências no litoral oriental do Estado do Maranhão (Tabela 3). No Litoral Oriental, no PARNA dos Lençóis Maranhenses, houve um maior esforço amostral, com dois tipos de monitoramento: pontual e sistemático. Devido a isso, nós temos as maiores frequências de ocorrência de encalhe para essa região.

Tabela 3 - Frequência de ocorrência de tartarugas marinhas em relação as localidades da zona costeira dos Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020

Localidade	Frequência Absoluta (n)	Frequência Relativa (%)
Litoral Ocidental	23	4,88%
RESEX de Cururupu	17	3,62
APA Reentrâncias Maranhenses	1	0,21
APA Baixada Maranhense	5	1,06
Golfo Maranhense	112	23,78
São Luís	59	12,55
Raposa	23	4,68
São José de Ribamar	30	6,38
Litoral Oriental	336	71,34%
RESEX Baía de Tubarão	1	0,21
PARNA Lençóis Maranhenses	291	61,91
APA Pequenos Lençóis	44	9,36
TOTAL	471	100%

Registramos *C. mydas* no litoral ocidental (n=7), no golfo maranhense (n=64) e no litoral oriental (n=150) (Figura 4); *Lepidochelis olivacea* no litoral ocidental (n=3), no golfo maranhense (n=27) e no litoral oriental (n=115) (Figura 5); *Eretmochelys imbricata* no litoral ocidental (n=5), golfo maranhense (n=6) e litoral oriental (n=38) (Figura 6); *Caretta caretta* no litoral ocidental (n=1), golfo maranhense (n=14) e litoral oriental (n=3) (Figura 7). *Dermochelys coriacea* foi a espécie com menor a distribuição, com o registro de apenas um indivíduo no litoral ocidental e um indivíduo na região do golfo maranhense, sem registro para a região do litoral oriental (Figura 8).



Figura 4 - Mapa da área de distribuição de *C. mydas* ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.



Figura 5 - Mapa da área de distribuição de *L. olivacea* ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.



Figura 6 - Mapa da área de distribuição de *Eretimocheilus imbricatus* ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão, Brasil, entre os anos de 2005 e 2020.



Figura 7 - Mapa da área de distribuição de *Caretta caretta* ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão, Brasil, entre os anos de 2005 e 2020.



Figura 8 - Mapa da área de distribuição de *Dermochelys coriacea* ao longo da zona costeira do Estado do Maranhão entre os anos de 2005 e 2020.

Observamos, no período entre os meses de março e julho, seis desovas no litoral ocidental, cinco desovas no golfo maranhense e quatro no litoral oriental (Figura 9). Dos ninhos encontrados, nove foram de *E. imbricata* e seis de espécies não identificadas, dos quais três foram monitorados e outros sete (ninhos antigos, com filhotes já eclodidos) localizados pela comunidade local. Oito ninhos foram identificados através dos rastros das fêmeas e monitorados pela equipe do Projeto QUEAMAR, dos quais cinco predados e, no outro, os ovos foram coletados por humanos. Registramos, ainda, encalhes de filhotes de *E. imbricata* entre os meses de março e julho e encalhes de filhotes de *L. olivacea* nos meses de setembro e novembro.



Figura 9 - Mapa das áreas de ocorrência de desovas de tartarugas marinhas na zona costeira do Estado do Maranhão, Brasil, entre os anos de 2005 e 2020.

DISCUSSÃO

Durante os dezesseis anos de monitoramento, ocorreram, no Brasil, encalhes de espécimes das cinco espécies de tartarugas marinhas com ocorrência no país. Uma. Após revisão das informações disponíveis revelou apenas dois trabalhos sobre tartarugas marinhas no litoral maranhense, sendo um levantamento da herpetofauna, registrando a ocorrência de duas espécies no PARNA dos Lençóis Maranhenses, localizado no Litoral Oriental do estado, feito por Miranda et al. (2012), e o relato do estado de conservação e a ocorrência das cinco espécies de tartarugas marinhas na Ilha do Maranhão, localizada no Golfão Maranhense, realizado por Ribeiro et al. (2014).

No presente estudo, a maioria dos encalhes foi de juvenis de *C. mydas* (ver Wyneken, 2001), o mesmo observado na Ilha do Maranhão por Ribeiro et al. (2014), sugerindo que a zona costeira maranhense é utilizada como área de alimentação para juvenis dessa espécie. *Chelonia mydas* apresenta os hábitos mais costeiros, utilizando inclusive estuários e rios (Almeida et al., 2011), podendo, ocasionalmente, formar agregações em áreas de alimentação (Márquez, 1990). Por ser o estado que apresenta a maior área de manguezal do Brasil (Kjerfve et al. 2002), caracterizada

por grandes áreas estuarinas (Rebello-Mochel, 2011), abrigando grande variedade de espécies da fauna e garantindo alimento e proteção para a reprodução de diversas espécies marinhas, assim como a fertilização das águas estuarinas adjacentes, o Maranhão torna-se uma área propícia para criadouro e abrigo natural de várias espécies, incluindo *C. mydas* (Rebello-Mochel, 2011; Moura-Fé et al., 2015).

As ocorrências não-reprodutivas de *C. mydas* distribuem-se ao longo de toda a costa brasileira, sobretudo dos indivíduos em estágio juvenil (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999), com registros de encalhes ou capturas acidentais desde o Rio Grande do Sul até o Amapá (Bugoni et al., 2003; Mascarenhas et al., 2005; Gallo et al., 2006; Almeida et al., 2011; Ribeiro et al., 2014). Sua ampla distribuição pela zona costeira do Estado do Maranhão também havia sido relatada por Miranda et al. (2012) e Ribeiro et al. (2014).

Lepidochelys olivacea (com indivíduos adultos apresentando tamanho médio do Comprimento Curvilíneo da Carapaça (CCC) de 62,33 cm) foi a segunda espécie mais abundante nesse estudo. Santos et al. (2019) sugerem, assim, que espécimes adultos de menor tamanho tendem a se alimentar em áreas oceânicas, enquanto espécimes de tamanhos médio e grande tendem a se alimentar em áreas costeiras, e isso pode ser corroborado pelos resultados obtidos nesse estudo. Assim, podemos afirmar que *L. olivacea* utiliza a costa do Maranhão como área de alimentação antes de seguir a rota oceânica, destacando a importância dessa zona costeira para a manutenção dessas populações, já que as tartarugas fêmeas precisam percorrer grandes distâncias entre as praias de nidificação e as áreas de alimentação (Balazs 1980; Bjorndal 1996; Tucker e Read 2001; Hays et al. 2002; Goldberg et al. 2013). Essa importância se torna mais evidente a partir dos resultados desse estudo, levando em consideração que, até o momento, sabia-se apenas que a distribuição geográfica *L. olivacea* ia do sul do estado de Alagoas ao norte da Bahia e os locais de nidificação resumiam-se a ocorrências principalmente no estado de Sergipe (ver Silva et al. 2007; Castilhos et al. 2011).

Esta espécie também teve ampla distribuição, ocorrendo nos três setores da zona costeira do Estado do Maranhão, apesar de Ribeiro et al (2014) ter registrado apenas um indivíduo para o golfinho maranhense. Atualmente, sabe-se que tanto a distribuição geográfica da espécie quanto o número de locais de nidificação de *L. olivacea* no Brasil são pequenos, com distribuição ocorrendo do sul do estado de Alagoas ao norte da Bahia e a nidificação ocorrendo principalmente no estado de Sergipe (Silva et al. Grande parte das ocorrências de *E. imbricata* foi de filhotes e ninhos, seguido de adultos com flagrante de fêmeas desovando, diferindo de Ribeiro et al. (2014), que encontraram apenas dois ninhos no Golfinho Maranhense. Essa ampla distribuição por todo o litoral maranhense pode estar associada à variedade ecossistêmica ao longo de toda costa, devido ao grande aporte de sedimentos e a uma infinidade de processos oceanográficos interdependentes, produzidos por marés, correntes, ondas e ventos que exercem uma forte influência sobre a distribuição dos recursos da região (Costa e Figueiredo, 1998). A presença tanto dos manguezais quanto do chamado Parcel de Manoel Luís, considerada a maior formação coralina da América do Sul, localizado no litoral ocidental (ver Moura et al., 1999), oferecem habitats ideais para as tartarugas-de-pente as quais, após o recrutamento, passam naturalmente a ocupar recifes de corais (Berube et al., 2012), onde desenvolvem uma dieta baseada, predominantemente, de esponjas (Meylan, 1988; Berube et al., 2012) e zoantídeos (Proietti et al., 2012).

Caretta caretta foi a espécie com menor frequência de encalhe na região dos Lençóis Maranhenses, também observado por Ribeiro et al (2014) na ilha do Maranhão, apesar da existência de um corredor migratório ao longo de toda a costa Nordeste do Brasil, e áreas de alimentação e descanso no Ceará (Marcovaldi et al., 2010), apresentando apresenta um comportamento altamente migratório, com utilização de uma grande área geográfica e múltiplos habitats (Bjorndal et al., 2001). Espécies com pouca discussão...Essa espécie utiliza um corredor migratório ao longo de toda a costa Nordeste do Brasil, além de áreas de alimentação e descanso no Ceará (Marcovaldi et al. 2010). Essas características poderiam justificar a menor frequência de encalhe na região dos

Lençóis Maranhenses, comparada com outras espécies, fato também evidenciado por Ribeiro et al. (2014), na Ilha do Maranhão.

Dermochelys coriacea foi a que apresentou menor frequência de ocorrência para todo o litoral do Maranhão. Ribeiro et al. (2014) registraram um único encalhe de *D. coriacea*, indivíduo adulto, na Ilha do Maranhão. Embora nesse estudo não tenha registro dessa espécie para o litoral oriental, Miranda et al. (2012) confirmaram sua presença para o PARNA dos Lençóis Maranhenses. Em um levantamento amplo da área de ocorrência de *D. coriacea* na costa brasileira, baseado em relatos, artigos científicos e notas jornalísticas, Barata et al. (2004) registraram a ocorrência de quatro indivíduos no litoral do Maranhão, Cunha (1975) relata a captura de um indivíduo por rede de pesca na Ilha de Marajó, no Pará, e Loebmann et al. (2008) relatam uma área de desova de *D. coriacea* para o litoral do Piauí. A origem populacional das tartarugas de couro observadas na costa brasileira ainda é desconhecida. Essa espécie possui a capacidade de viajar longas distâncias (Eckert e Sarti, 1997; Eckert, 2002; Hughes et al., 1998), sendo que o Atlântico Sul poderia ser um habitat adequado para diferentes colônias de nidificação dessa espécie, não só do Brasil. No Atlântico, há colônias de nidificação na Guiana Francesa e no Suriname na América do Sul, Trinidad no sul do Caribe, além de Gabão e Congo na África, países considerados os locais com as maiores colônias de nidificação dessa espécie no mundo (Girondot e Fretey, 1996; Spotila et al., 1996; Fretey, 2001; Almeida et al., 2011). Fêmeas de *D. coriacea* marcadas no Gabão foram recapturadas ou encontradas mortas no litoral do Brasil e da Argentina, confirmando a primeira evidência de migração transatlântica de tartarugas que desovam no Atlântico Leste para o Atlântico Oeste (Billes et al., 2006).

A única espécie identificada nos eventos reprodutivos desse estudo foi *E. imbricata*. Apesar da baixa frequência de desovas no Maranhão, as tartarugas de pente podem utilizar desde o litoral do Estado da Bahia até o litoral do Pará como área de desova e isso pode ser confirmado pelos registros feitos por Santana et al. (2009), Ramos et al. (2011) e Ribeiro et al. (2014). Vale

ressaltar que as áreas de maior ocorrência de nidificação para essa espécie são a Praia de Pipa e Praia do Forte, nos Estados do Rio Grande do Norte e Bahia, respectivamente (Santos et al., 2010).

O período de desova registrado nesse estudo ocorreu entre os meses de março a julho, corroborando com Ribeiro et al. (2014) que relataram duas da espécie *E. imbricata* no mês de junho nessa mesma área. Isso difere do observado em outras regiões consideradas prioritárias, do nordeste brasileiro, que ocorre entre os meses de novembro a abril (Marcovaldi et al., 2011), tendo picos nos meses de dezembro a fevereiro na Bahia (Camillo et al., 2009) e Sergipe (Marcovaldi et al., 2011), e em fevereiro e março na Paraíba (Mascarenhas et al., 2003).

O real entendimento do porquê da diferença nos períodos reprodutivos entre a costa maranhense e as outras regiões só poderá possível a partir do monitoramento de sucessivas temporadas reprodutivas. Sforza et al. (2017) consideram a probabilidade de que a temporada reprodutiva da região mais ao norte do Brasil tenha mais relação com o período reprodutivo das populações que desovam nas Guianas, Suriname e Caribe, devido a aproximação geográfica.

A presença de filhotes de *L. olivacea* indica que o litoral do Maranhão é uma possível área de desova para a espécie, ainda não identificada em nenhum outro estudo realizado no litoral maranhense. Os indivíduos encaharam nos meses de setembro e novembro coincidindo com o período da temporada reprodutiva que se inicia em setembro e prossegue até março (Silva et al. 2007), entre o litoral sul do estado de Alagoas e o litoral norte da Bahia, com maior densidade de desovas no estado de Sergipe (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Castilhos e Tiwari, 2006; Silva et al., 2007).

A biologia das tartarugas marinhas vem sendo estudada a partir dos dados reprodutivos: número de ovos por ninhada, número de ninhos, tempo de incubação, sucesso de eclosão, número de filhotes, biometria (Marcovaldi et al., 1997; Xavier et al., 2006); e o número de ninhos é usualmente adotado como índice de abundância populacional (Meylan e Donnely, 1999). A partir disso, são utilizados dados não reprodutivos, relativos ao ciclo migratório, como intervalo internidal

e intervalo de remigração, os quais são muito úteis para estudos sobre comportamento (Alvarado e Murphy, 1999). Entretanto, estes estudos só podem ser quantificados mediante marcação das tartarugas marinhas (Spotila, 2004; López-Mendilaharsu et al., 2009). Embora a ocorrência de tartarugas marinhas no Brasil tenha sido relatada por vários autores, estudos a respeito da diversidade e distribuição desses animais para a zona costeira maranhense, ainda são insuficientes, quando confrontados com a real presença desses animais nessa área, evidenciada nesse estudo.

A ausência de registros de animais marcados no litoral do Maranhão sugere a existência de populações específicas para a região mais ao norte do Brasil, uma vez que as ocorrências de tartarugas marinhas no Ceará e Rio Grande do Norte são monitoradas e marcadas pelo Projeto TAMAR. Notar que as espécies de tartarugas marinhas que chegam à costa maranhense ainda não estão sendo monitoradas, desperta o entendimento de uma lacuna de conservação tanto para os esses animais quanto para o litoral maranhense como um todo, ressaltando que as rotas desses animais ainda não são completamente conhecidas. O esforço de monitoramento deve intensificar, especialmente, quando se tratar de zonas de atividades antropogênicas costeiras, que refletem seus efeitos em áreas protegidas, como o caso do litoral maranhense. É também preciso considerar os movimentos migratórios das espécies, marcação dos espécimes localizados vivos, zonas prioritárias de alimentação e reprodução e, conseqüentemente, garantia de sobrevivência até a idade adulta. As tartarugas marinhas desempenham papel ecológico relevante e os programas que abrangem sua preservação precisam considerar o litoral maranhense, principalmente nas áreas de registro de desova e alimentação, o que permitirá avaliar as tendências populacionais, a identificação e a mitigação dos impactos nas populações e avaliar a efetividade das Unidades de Conservação na proteção das tartarugas marinhas.

Agradecimentos.— Agradecemos a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Estado do Pará – FAPESPA, pela bolsa concedida. À Fundação de Amparo a Pesquisa do

Maranhão –FAPEMA, pelo financiamento dessa pesquisa. A comunidade do Canto dos Atins e a toda equipe do ICMBio do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, especialmente Yuri Texeira, Adriano e Chicão. A todas as comunidades da Resex de Cururupu e toda equipe do ICMBio da Resex de Cururupu em especial a Laura Reis e Mary Jane. Este estudo tem licença expedida pelo ICMBIO (14078-21) e está protocolado no comitê de éticas de animais (UFMA No. 005374/2010-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A.P, Santos, A. J. B., Thomé, J. C. A., Belini, C., Baptistotte, C., Marcovaldi, M. Â., Santos, A. S & Lopez, M. 2011. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira, 1, 12-19.
- Almeida, A.P., Eckert, S.A., Bruno, S.C., Scalfoni, J.T., Giffoni, B., López-Mendilaharsu, M., Thomé, J.C.A. 2011. Satellitetracked movements of female *Dermochelys coriacea* from southeastern Brazil. Endangered Species Research. 15: 77-86.
- Alvarado, J. & Murphy, T. M. 1999. Nesting Periodicity and Internesting Behavior. In: Eckert, K. L.; Bjorndal, K. A.; Abreu-Grobois, F. A. & Donnelly, M. eds. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. Pennsylvania, IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. 248p.
- Balazs, G.H. 1980. Synopsis of biological data on the green turtle in the Hawaiian Islands. NOAA Tech. Memor. NOAA-NMFS-SWFC-7.
- Barata, P. C. R.; Lima, E. H. S. M.; Borges-Martins, M.; Scalfoni, J. T.; Bellini, C.; Siciliano, S. 2004. Records of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) on the brazilian coast, 1969–2001. Journal of the Marine Biological Association, united Kingdom, n. 84, p.1233–1240.
- Batistella M., Bolfé E.L., Vicente L.E., Victoria, D.C., Araujo, L.S. 2013. Relatório final do Macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão / Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite; São Luis, MA: Embrapa Cocais, 325 p.

- Berube, M.D., Dunbar S.G., Rützler K & Hayes, W.K. 2012. Home ranging and foraging ecology of juvenile hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*) on inshore reefs of Honduras. *Chelonian Conserv. Biol.* 11:33–43.
- Billes, A., Fretey, J., Verhage, B., Huijbregts, B., Giffoni, B., Prosdocimi, L., Albareda, D.A., Georges, J.Y., Tiwari, M. 2006. First evidence of leatherback movement from Africa to South America. *Marine Turtle Newsletter.* 111: 13-14.
- Bjorndal, K.A. 1996. Foraging Ecology and Nutrition of sea turtles. In: Lutz, P.L. & John, A. *The biology of sea turtle.* CRC Marine Sciences Series, CRC Press. p. 407.
- Bjorndal KA, AB Bolten, B Koike, BA Schroeder, DJ Shaver, WG Teas & Witzell WN. 2001. Somatic growth function for immature Loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in southeastern U.S. Waters. *Fish. Bull.* 99:240-246.
- Bjorndal, K., Jackson, J. 2003. Roles of sea turtles in marine ecosystems: reconstructing the past. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J., editors. *The biology of sea turtles: vol. II.* Florida: CRC Press. p. 259-273.
- Bouchard, S., Bjorndal, K. 2000. Sea turtles as biological transporters of nutrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. *Ecology.* 81(8): 2305-2313.
- BRASIL. Decreto nº 5.300 de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras

de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em 25 de outubro de 2021.

Bugoni, L., Krause, L., Petry, M. V. 2003. Diet of sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(3): 685-688

Camilo, C.S., R.M. Romero, L.G. Leone, R.L.G. Batista, R.S. Velozo & S.L.G Nogueira-Filho. 2009. Características da reprodução de tartarugas marinhas (Testudines, Cheloniidae) no litoral sul da Bahia, Brasil. *Biota Neotrop.*, 9(2): 131-138.

Casale, P., Freggi, D., Basso, R., Argano, R. 2004. Epibiotic barnacles and crabs as indicators of *Caretta caretta* distribution and movements in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 84(5): 1005-1006.

Castilhos, J.C. & Tiwari, M. 2006. Preliminary data and observations from an increasing olive ridley population in Sergipe, Brazil. *Marine Turtles Newsletter*, 113: 6-7.

Castilhos, J.C., Coelho, C.A., Argolo, J.F., Santos, E.A.P., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., and Lopez, M. 2011. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Revista Biodiversidade Brasileira* 1:28–36.

Clark, J., 1996. Integrated Coastal Zone Management – A world wide Challenge to Comprehend – Shoreline and Coastal Waters as Single Unit. *Sea Technology* Vol. 37, No. 6. Arlington. Virginia.USA.

- Costa, E. A., & Figueiredo Jr, A. G. 1998. Echo-character and sedimentary processes on the Amazon continental shelf. *An. Acad. Bras. Ciênc.* V. 70, nº 2, p. 187 – 200.
- Cunha, O.R., 1975. Sobre a ocorrência da tartaruga de couro *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1758) na foz do Rio Amazonas (Chelonia, Dermochelyidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia*, 81, 1-18.
- Deegan, L.A. 1993. Nutrient and Energy Transport between Estuaries and Coastal Marine Ecosystems by Fish Migration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 50(1):74-79.
- Delgado-Noriega, C., Astorga-España, M. S. 2005. Caracterização física, química e microbiológica dos efluentes industriais da Baía Catalina – Magallanes, Chile. *Tropical Oceanography, Recife*, v.33, n.2, p.141-151.
- Disconzi, G. 2002. Reserva Extrativista Marinha de Cururupu: laudo biológico. Maranhão: CNPT/IBAMA.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2013. Macrozoneamento Econômico-Ecológico do Estado do Maranhão, Relatório do Diagnóstico, Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, Campinas.
- Eckert, S.A. & Sarti-M., L., 1997. Distant fisheries implicated in the loss of the world's largest leatherback nesting population. *MarineTurtle Newsletter*, 78, 2-7.

- Eckert, S.A., 2002. Distribution of juvenile leatherback sea turtle *Dermochelys coriacea* sightings. Marine Ecology Progress Series, 230, 289-293.
- Feitosa, A.C. & Trovão, J. R.. 2006. Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico-cultural. João Pessoa: Ed. Grafset.
- Fretey, J., 2001. Biogeography and conservation of marine turtles of the Atlantic coast of Africa. Bonn, Germany: UNEP/CMS Secretariat. [CMS Technical Series Publication, no. 6]
- Gallo, B. M. G.; Macedo, S.; Giffoni, B. B.; Becker, J. H. & Barata, P. C. R. 2006. Sea turtle conservation in Ubatuba, southeastern Brazil, a feeding area with incidental capture in Coastal Fisheries. *Chelonian Conservation and Biology*, 5(1): 93-101.
- GESAMP (Grupo Mixto de Expertos sobre los aspectos científicos de la contaminación del mar). 1997. The Contributions of Science to Integrated Coastal Management. GESAMP Reports and Studies N°61. FAO. Roma.
- Girondot, M. e Fretey, J. 1996. Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French Guiana, 1978-1995. *Chelonian Conservation and Biology* 2(2):204-208.
- Goldberg, D. W., Leitão, S. A. T., Godfrey, M. H., Lopez, G. G., Antos, A. J. B., Neves, F. A., Desouza, E. P. G., Moura, A. S., Bastos, J. C., Andbastos, V. L. F. C. 2013. Ghrelin and leptina modulate the feeding behaviour of the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* during nesting season. *Conservation Physiology* 1:cot016. doi:10.1093/conphys/cot016

- Gostinski, L. F. 2012. Unidades de Conservação Maranhenses: Histórico, Classificação e Gestão. Portal Educação, p. 01-08.
- Gruber, N. L. S.; Barboza, E. G.; Nicolodi, J. L. 2003. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para a Gestão Integrada da Zona Costeira. In – Gravel nº1. Porto Alegre, CECO/IG/UFRGS.
- Guerra, A. J.; Guerra, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- Hamann, M.; Godfrey, M. H.; Seminoff, J. A.; Arthur, K.; Barata, P.C. R.; Bjorndal, K. A.; Bolten, A. B.; Broderick, A. C.; Campbell, L. M.; Carreras, C.; Casale, P.; Chaloupka, M.; Chan, S. K. F.; Coyne, M. S.; Crowder, L. B.; Diez, C. E.; Dutton, P. H.; Epperly, S. P.; Fitzsimmons, N. N.; Formia, A.; Girondot, M.; Hays, G. C.; Ijiunn, C.; Kaska, Y.; Lewison, R.; Mortimer, J. A.; Nichols, W. J.; Reina, R. D.; Shanker, K.; Spotila, J. R.; Tomás, J.; Wallace, B. P.; Work, T. M.; Zbinden, J. & Godley, B. J. 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, 11: 245-269.
- Hays, G. C., Broderick, A. C., Glen, F. Andgodley, B. J. 2002. Change in body mass associated with long-term fasting in a marine reptile: the case of green turtles (*Chelonia mydas*) at Ascension Island. *Canadian Journal of Zoology* 80:1299–1302.
- Hughes, G. R., Luschi, P., Mencacci, R. & Papi, F., 1998. The 7000 km oceanic journey of a leatherback turtle tracked by satellite. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 229, 209-217.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA/ Gerência de Planejamento do Governo do Estado do Maranhão – GEPLAN. 2002. Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO, Ministério do Meio Ambiente. 2016. Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha de Cururupu. Termo de Referência: 2014.0514.00029-0 – FUNBIO.

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO. 2018. Reserva Extrativista da Baía do Tubarão. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/9574-resex-da-baia-do-tubarao>. Acesso em: 13 mar. 2020.

Instituto Maranhense de Estudo Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC, 2020. Unidades de Conservação Estaduais. São Luís-MA, Brasil.

International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 10 august 2021.

Jefferson, T. A., Leatherwood, S., and Webber, M. A. 1993. Marine mammals of the world. FAO Species Identification Guide. Food and Agriculture Organization, Rome. 320 pp.

Kjerfve B, Perillo Gme, Gardner Lr, Rine Jm, Dias Gtm & Mochel Fr. 2002. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: Muddy Coasts of the World: Processes, Deposits and Functions. Amsterdam, Healy T.R, Wang Y. & Healy J-A

(Ed.). Elsevier, N.Y., 479–532.

Lascelles, B., Notarbartolo Di Sciara, G., Agardy, T., Cuttelod, A., Eckert, S., Glowka, L., Hoyt, E., Llewellyn, F., Louzao, M., Ridoux, V., and Tetley, Mike J., 2014. Migratory marine species: their status, threats and conservation management needs, *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 24, pages 111– 127. doi: 10.1002/aqc.2512.

Lewison, R. L., C. U. Soykan, and J. Franklin. 2009. Mapping the bycatch seascape: multispecies and multi-scale spatial patterns of fisheries bycatch. *Ecological Applications* 19:920–930.

Loebmann, D.; Legat, J. F. A.; Puchnick-Legat, A; Camargo, R. C. R. de; Erthal, S.; Severo, M. & Góes, J. M. de. 2008. *Dermochelys coriacea* (Leatherback Sea Turtle) Nesting. *Herpetological Review* 39 (1) p. 81.

López-Mendilaharsu, M.; Rocha, C. F.; Miller, P.; Domingo, A.; Prosdocimi, L. 2009. Insights on leatherback turtle movements and high use areas in the Southwest Atlantic Ocean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 378(1-2), 31-39.

Marcovaldi, M. A.; Laurent, A. 1996. A six season study of marine turtle nesting at Praia do Forte, Bahia, Brazil, with implications for conservation and management. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(1): 55-59.

Marcovaldi, M. A.; Godfrey, M. H. & Mrosovsky, N. 1997. Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Canadian Journal Zoology*, 75: 755-770.

- Marcovaldi, M. A. A.; de Marcovaldi, G.G. 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation*. n.91, p. 35-41.
- Marcovaldi, M.A.; Sales, G.; Thomé, J.C.A.; Silva, A.C.C.D.; Gallo, B.M.G.; Lima, E.H.S.M.; Lima, E.P. & Bellini, C. 2006. Sea turtles and fishery interactions in Brazil: identifying and mitigating potential conflicts. *Marine Turtle Newsletter*, 112: 4-8.
- Marcovaldi, M.A.; Lopez, G.G.; Soares, L.S.; Lima, E.H.S.M.; Thomé, J.C.A. & Almeida, A.P. 2010. Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behavior in Northeastern Brazil. *Endangered Species Research*, 12:263-272.
- Marcovaldi, M. A., & Santos, A. S. S. 2011. Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas. Brasília: Editora ICMBIO. 120p
- Márquez, M. R. 1990. *FAO Species Catalogue*. Vol. 11: Sea Turtles of the World. Na annotated and illustrated catalogue of sea turtles species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, vol. 125, nº 11, Rome, FAO.
- Mascarenhas, R.; Zeppelini, D. & Moreira, V. S. 2003. Observations on sea turtles in the State of Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 101:16-18.
- Mascarenhas, R.; Santos, R. & Zeppelini, D. 2005. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba – Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 107: 13-14.

McLachlan, A., McGwynne, L.E. 1986. Do Sandy Beaches Accumulate Nitrogen? *Marine Ecology Progress Series*. 34:191-195.

Meylan A. 1988. Spongivory in hawksbill turtles: a diet of glass. *Science* 239:393–395

Meylan, A. B. & Donnelly, M. 1999. Status justification for listing the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) as critically endangered on the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. *Chelonian Conservation and Biology*, 3(2): 200-224.

Ministério De Meio Ambiente – MMA. 1996. Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. Perfil dos Estados Litorâneos do Brasil: Subsídios à Implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro. Coordenações Estaduais do Gerenciamento Costeiro. Brasília, Programa Nacional do Meio Ambiente: 301p.

Ministério do Meio Ambiente – MMA, 1998. Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. Brasília/DF.

Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2014. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro. Brasília/DF.

Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA.

- Miranda, J. P., Costa, J.C.L., Rocha, C.F.D. 2012. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, northeastern Brazil. *ZooKeys* 246: 51–68 (2012) doi: 10.3897/zookeys.246.2593
- Moura-Fé, M.M., Albuquerque A.G.B.M., Freitas, E.M.N., Barbosa W.R. 2015. A Proteção do Ecosistema Manguezal pela Legislação Ambiental Brasileira. *GEOgraphia*-Ano. 17 -Nº33
- Moura, R. L.; Rodrigues, M. C. Francini-Filho, R. B. & Sazima, I. 1999. Unexpected richness of reef corals near the southern Amazon River mouth. *Coral Reefs* 18 : 170.
- Muehe, D., 2012. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. – 11ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Muniz, F.H. 2004. A vegetação da região de transição entre a Amazônia e o Nordeste, diversidade e estrutura. In: Moura, E.G., coord. Agroambientes de transição entre o trópico e o semiárido do Brasil. Universidade Estadual do Maranhão, São Luis, Maranhão. p.53-69.
- Oliveira, J. E. L., Castro, P. T., Araripe, H. G. A. 1999. Caracterização dos Ecosistemas Costeiros dos Estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí. In: Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte.
- Plotkin, P. 2003. Adult migrations and habitat use. In *The Biology of Sea Turtles*, pp. 225–242. Ed. by L. P. Lutz, A. J. Musick, and J. Wyneken. CRC Press, New York, NY.

- Proietti, M.C., J Reisser & E.R. Secchi. 2012. Foraging by immature hawksbill sea turtles at Brazilian islands. *Mar. Turt. Newsl.* 135:4–6.
- Ramos, M. M., Pignati, M. T., Pezzuti, J. C. B. 2011. *Eretmochelys imbricata* (Hawksbill Sea Turtle). Pelagic juvenile. *Herpetological Review* 42(3):419-420
- Rebello-Mochel F. 1997. Mangroves on São Luís Island, Maranhão, Brazil. In: KJERFVE B, LACERDA LD & DIOP EHS (Ed.). *Mangrove ecosystem studies in Latin America and Africa*; UNESCO, Paris, 145–154.
- Rebello-Mochel, F. 2011. Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: Martins, M. B.; Oliveira, T. G. de (Org.). *Amazônia Maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG, 328 p.
- Ribeiro, A.B.N.; Barreto, L.; Ribeiro, L.E.S.; Azevedo, R.R. Conservation aspects of sea turtles in Maranhao island, Sao Luis, Brazil. *Biosci. J., Uberlândia*, v. 30, n. 3, p. 874-878, 2014.
- Rios, L. 2001. *Estudos de geografia do Maranhão*. 3ª Edição. São Luís. Gráphis Editora.
- Rodriguez, J. J. E Windevoxhel, N. J. 1998. Análisis Regional de La situación de La zona marina costera Centroamericana. BID, Washington D. C. No – ENV 121.
- Santana, W. M.; Silva-Leite, R. R.; Silva, K. P. & Machado, R. A. 2009. Primeiro registro de nidificação de tartarugas marinhas das espécies *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) e

Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829), na região da Área de Proteção Ambiental Delta do PARNAíba, Piauí, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3(4):369-371.

Santos, A. J. B.; Freire, E. M. X.; Bellini, C. & Corso, G. 2010. Body Mass and the Energy Budget of Gravid Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) during the Nesting Season. *Journal of Herpetology* 44:352-359.

Santos, B. S., Kaplan, D. M., Friedrichs, M. A., Barco, S. G., Mansfield, K. L., and Manning, J. P. 2018. Consequences of drift and carcass decomposition for estimating sea turtle mortality hot-spots. *Ecological Indicators*, 84: 319–336.

Santos, E. A. P., Silva, A., Sforza, R., Oliveira, F. L. C., Weber, M. I., Castilhos, J. C., Lo'pez-Mendilaharsu, M. et al. 2019. Olive Ridley inter-nesting and post-nesting movements along the Brazilian coast and Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*, 40:149–162.

Sazima, C., Grossman, A., Bellini, C., Sazima, I. 2004. The moving gardens: reef fishes grazing, cleaning, and following green turtles in SW Atlantic. *Cybium: international journal of ichthyology*. 28(1): 47-53.

Sazima, I., Grossman, A. 2006. Turtle riders: remoras on marine turtles in Southwest Atlantic. *Neotropical Ichthyology*. 4(1): 123-126.

Schroeder, B., Murphy, S. 2000. Prospecciones Poblaciones (Terrestres y Aéreas) en Playas de Anidación In: K. L. ECKERT, K. A. BJORN DAL., F. A. ABREU-GROBOIS, M. DONNELLY

(Ed.). Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UINC/CSE Grupo Especialista em Tortugas Marinas. Publicación N°. 4, (Traducción al español).

Sforza, R., Marcondes, A. C. J., Pizetta, G. T., 2017. Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos. Brasília: ICMBio, 130 p.

Silva, A. B.; Schaeffer-Novelli, Y., 2000. Análise ambiental e tutela do meio ambiente na zona costeira. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Silva, A. C. C. D., Castilhos, J. C., Lopez, G. G., and Barata, P. C. R. 2007. Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87:1047–1056.

Silva, H. N.; Karam, V. A. 2012. Elementos para a integração da gestão de bacias hidrográficas e da zona costeira. Revista Jurídica. v.2, no 29. p. 111-133.

Souza Filho P. W. M. 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. Revista Brasileira de Geofísica, 23(4): 427-435.

Spotila, J.R., Dunham, A.E., Leslie, A.J., Steyermark, A.C., Plotkin, P.T. & Paladino, F.V., 1996. Worldwide population decline of *Dermochelys coriacea*: are leatherback turtles going extinct? Chelonian Conservation and Biology, 2, 209-222.

- Spotila, J. R. 2004. Sea Turtles: a complete guide to their biology, behavior, and conservation. Baltimore: The Johns hopkins university Press. 227p.
- Tucker, A.D. and Read, M.A. 2001. Frequency of foraging by gravid green turtles (*Chelonia mydas*) at Raine Island, Great Barrier Reef. *Journal of Herpetology* 35:500–503.
- Xavier, R.; Barata, A.; Cortez, L. P.; Queiroz, N. & Cuevas, E. 2006. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata* Linnaeus, 1766) and green turtle (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1754) nesting activity (2002-2004) at El Cuyo beach, Mexico. *Amphibia-Reptilia* 27:539-547.
- Wallace, B. P., R. L. Lewison, S. McDonald, R. T. McDonald, R. K. Bjorkland, S. Kelez, C. Kot, E. M. Finkbeiner, S. Helmbrecht, and L. B. Crowder. 2010. Global patterns of marine turtle bycatch in fisheries. *Conservation Letters* 3:131–142
- Wallace B.P., DiMatteo A.D., Bolten A.B., Chaloupka M.Y., Hutchinson B.J., Abreu-Grobois F.A., et al. 2011. Global Conservation Priorities for Marine Turtles. *PLoS ONE* 6(9): e24510. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024510>
- Wallace, B. P., Kot, C. Y., Dimatteo, A. D., Lee, T., Crowder, L. B., e Lewison, R. L. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere*, vol 4, n3, art40.
- Wegner, A., Moore, S.A., Bailey, J., 2005. “Consideration of biodiversity in environmental impact assessment in Western Australia: practioner perceptions”. *Environmental Impact Assessment Review*, 25: 143-162. Elsevier Inc.

Wyneken, J. 2001. The anatomy of sea turtles. Miami: National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce. NOAA Technical Memorandum, 470.

Capítulo 2

Avaliação dos impactos antrópicos sobre as populações de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

O capítulo 2 desta tese foi elaborado e formatado conforme as normas da publicação científica Ocean and Coastal Research, as quais se encontram em anexo (Anexo 3).

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS ANTRÓPICOS SOBRE AS POPULAÇÕES DE
TARTARUGAS MARINHAS NO PARQUE NACIONAL DOS LENÇÓIS MARANHENSES**

Luis Eduardo S Ribeiro^{1,2}, Larissa Barreto^{2,3}, Juarez Pezzuti^{1,4}

¹ *Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará/ Museu Paraense Emílio Goeldi. R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110, Belém, Pará, Brasil.*

² *Projeto Quelônios Aquáticos do Maranhão - QUEAMAR, Universidade Federal do Maranhão. Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.*

³ *Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão. Av. dos Portugueses, 1966 - Vila Bacanga, 65080-805, São Luís, Maranhão, Brasil.*

⁴ *Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - NAEA, Universidade Federal do Pará. R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110, Belém, Pará, Brasil.*

Short title. - Avaliação de impactos sobre tartarugas marinhas

***ANTHROPIC IMPACTS EVALUATION ON THE POPULATIONS OF SEA TURTLES IN
THE LENÇÓIS MARANHENSES NATIONAL PARK***

ABSTRACT

Currently, one of the greatest threats to sea turtle populations around the world is bycatch, which is considered the capture of non-target species by fishing gear, and may occur on a large scale by industrial or artisanal fishing, by fishing nets, fishing corrals, longlines, and trawls. Other threats aggravate the situation of these animals, such as environmental degradation, global warming, and pollution, including noise pollution; the last related to navigation, oil and gas exploration, naval sonar, military operations, fishing, and marine seismic research. Our objective in this work was to evaluate and identify anthropogenic impacts on sea turtle populations in Lençóis Maranhenses National Park. The frequency of strandings, impacts on sea turtle populations, and cause of death, the studied specimens were collected (alive or dead) during systematic beach monitoring between the years 2015 to 2019. We recorded 173 strandings of sea turtles belonging to four species: *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, and *Eretmochelys imbricata*. We diagnosed the cause of death of 44 individuals, of which 35 were classified as anthropic action, four individuals as natural causes, and five individuals presented characteristics of both anthropic action and natural causes. The remaining 129 individuals were classified as cause undetermined. The most frequent stranding of sea turtles, followed by intestinal obstruction caused by ingestion of inorganic material. When analyzing the frequency of occurrence data, we observed a considerable increase in strandings during November-December of 2015 to September-October of 2016, evidencing a direct relationship with the Marine Seismic Survey 3D activities that occurred in the region during the same period. Nevertheless, this study cannot point to a single factor responsible for the sea turtle deaths, the conclusion is that there is a junction of factors that impact sea turtle populations when combined. A better view of the impacts is essential to develop strategies and conservation plans for sea turtle populations in the Lençóis Maranhenses National Park.

Key Words: conservation areas, seismic activity, cause of death

RESUMO

Atualmente, uma das maiores ameaças para as populações de tartarugas marinhas é a pesca incidental, podendo ocorrer em larga escala pela pesca industrial ou artesanalmente, por redes de espera, currais de pesca, espinhel e rede de arrasto. Outras ameaças agravam a situação destes animais, como a degradação ambiental, o aquecimento global e a poluição sonora; relacionada às atividades de navegação, da exploração e produção de petróleo e gás, de sonares navais, das operações militares, da pesca e da pesquisa sísmica marinha. Nosso objetivo foi avaliar e identificar os impactos antrópicos sobre as populações de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Maranhão, Brasil. Para avaliar a frequência de encalhes, impactos sobre as populações e *causa mortis* de tartarugas marinhas, coletamos espécimes vivos ou mortos durante o monitoramento sistemático na praia entre os anos de 2015 e 2019. Registramos 173 encalhes de tartarugas marinhas das espécies *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea* e *Eretmochelys imbricata*, das quais diagnosticamos a *causa mortis* de 44 indivíduos. Trinta e cinco foram classificados na categoria ação antrópica, quatro de causas naturais e cinco apresentaram características tanto de ação antrópica quanto de causas naturais. Os demais 129 indivíduos foram classificados como “causa indeterminada”. A causa mais frequente foi o emalramento dos indivíduos, seguido por obstrução intestinal causada por ingestão de material inorgânico. Observamos um aumento considerável de encalhes durante novembro-dezembro de 2015 a setembro-outubro de 2016, evidenciando uma relação direta com as atividades de Pesquisa Sísmica Marinha 3D que ocorreu na região nesse mesmo período. Concluímos, a partir dos resultados apresentados, que existe uma junção de fatores que, quando associados, causam impacto sobre as populações de tartarugas marinhas. É essencial que haja uma melhor compreensão dos impactos para traçar estratégias e elaboração de planos de conservação voltados para as populações de tartarugas marinhas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, e os resultados aqui apresentados podem servir de ferramenta para essa melhor compreensão.

Palavras-chave: unidade de conservação, pesquisa sísmica 3D, *causa mortis*

INTRODUÇÃO

O litoral do Maranhão registra todas as cinco espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil (Ribeiro et al., 2014), as quais estão classificadas em algum critério/categoria de ameaça pelo Ministério do Meio Ambiente-MMA (MMA, 2018) e pela União Internacional para a Conservação da Natureza-IUCN (IUCN, 2021). *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) e *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) foram classificadas como em perigo pelo MMA e como vulneráveis pela IUCN; *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) foi considerada vulnerável pelo MMA e em perigo pela IUCN; *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), por sua vez, foi classificada como criticamente ameaçada pelo MMA e pela IUCN; e *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) é considerada como criticamente ameaçada pelo MMA e pela IUCN.

Essa ameaçada se deve, principalmente, ao comportamento humano histórico de predação direta para o consumo de carne, ovos e carapaça (Campbell, 2003; Humber et al., 2014), cartilagens, gordura e sangue (Groombridge e Luxmoore, 1989). O consumo humano de carne e de ovos de tartaruga marinha é um hábito antigo e ainda é considerado como iguaria em vários países (Campbell, 2003, Loureiro e Torrão, 2008). Frazier (2003) e Smith et al. (2007) encontraram vestígios de captura e consumo de tartarugas marinhas em estações arqueológicas na Costa Oeste do México. Na Oceania Remota (Polinésia, Micronésia e Melanésia) e em algumas ilhas a tradição do consumo de carne de tartaruga era um privilégio de líderes políticos e religiosos, e de homens ricos (Allen, 2007); há também relatos do uso da carne e do sangue aquecido na culinária tradicional (Thompson 1940; Emory 1975; Balazs e Chaloupka, 2004), assim como a utilização da gordura na medicina tradicional (Brongersma, 1995; Roberts et al., 1999), a carapaça e o embalsamento utilizados para a produção de artesanato, acessórios, bijuteria e artigos de decoração (Brongersma, 1995; Wallace et al. 2011). Entretanto, a grande ameaça para as populações de tartarugas marinhas ao redor do mundo é a captura incidental, que é considerada a captura de espécies-não-alvo por equipamentos de pesca (Broadhurst, 2000), podendo ocorrer em larga escala pela pesca industrial (Heppel et al., 2003) ou, ainda, pela artesanal (Castilhos et al., 2011), através de redes de espera,

currais de pesca (Berveton, 1985; Oravetz, 1999; Santos et al., 2011; Colman et al. 2014; Correia et al., 2016) e por espinhel e rede de arrasto (Lutcavage et al., 1997; Bugoni et al., 2008; Álvarez-Varas et al., 2016).

Ameaças indiretas, como a degradação ambiental e aquecimento global também agravam a situação destes animais (Derraik, 2002; Schuyler et al., 2013). A degradação ambiental é particularmente um problema para as tartarugas marinhas, que são animais de vida longa e apresentam crescimento lento com maturação sexual tardia (Musick, 1999). A ocupação das regiões costeiras pelas populações humanas compromete as praias de desova, podendo impedir que fêmeas construam seus ninhos, além de introduzir animais domésticos potencialmente predadores de fêmeas, ovos e filhotes (Lutcavage et al., 1997). A influência direta do aquecimento global pode gerar consequências importantes para a manutenção das populações, decorrentes do desequilíbrio na razão sexual resultante da alteração da temperatura nas áreas de desova (Weishampell, 2004; Hawkes, 2007, 2009; Poloczanska et al., 2009), pois os ovos são incubados na areia (Miller, 1997) e a determinação do sexo dos embriões se dá diretamente pela temperatura de incubação (ver Morreale, 1982).

Demais ameaças para as tartarugas marinhas incluem a poluição sonora, a luz artificial, produtos químicos e efluentes (Hamann et al., 2010; Gall e Thompson, 2015). As principais fontes da poluição sonora, estão relacionadas à navegação, exploração e produção de petróleo e gás natural, aos sonares navais, operações militares, pesca e à pesquisa sísmica marinha 3D (Hildebrand, 2009; Harris et al., 2017). Esses sons artificiais podem ser devastadores nos ambientes marinhos, pois a fauna subaquática se utiliza do som como um recurso natural crítico para sua comunicação, sua orientação, para localização de alimentos e para sua percepção espacial (Codarin et al., 2009; Parsons et al., 2009; Slabbekoorn et al., 2010; Leis et al., 2011; Castellote et al., 2012; Janik e Sayigh, 2013; Simmonds et al., 2014).

Outro tipo de resíduo que gera uma variedade de impactos ambientais e econômicos são os plásticos, que são facilmente transportados a longas distâncias a partir de suas áreas de origem, se acumulando em algumas regiões dos oceanos (Coe e Rogers, 1997; Thompson et al., 2009). Esses resíduos podem causar impactos na fauna marinha através de sua ingestão (e.g.: sacos e resíduos plásticos ingeridos por tartarugas, aves e peixes), emaranhamento (e.g.: "pesca fantasma" por redes descartadas), toxicidade (e.g.: absorção de metais pesados e outros contaminantes), além de facilitar a disseminação de espécies exóticas (Ashton et al., 2010; Browne et al., 2015; Watkins et al., 2016), sendo que esses fenômenos são ainda mais evidentes na megafauna marinha (Fowler, 1987; Laist, 1997; Gregory, 2009; Moore et al., 2009; Schuyler et al., 2012; Carman et al., 2015; Santos et al., 2015).

A identificação de áreas críticas para a conservação requer informações básicas sobre a demografia das tartarugas, como o tamanho e distribuição populacional, estrutura da população, como a proporção sexual e estrutura etária, uso de habitat e conectividade, como rotas de migração entre locais de nidificação, viveiros e áreas de forrageamento (Hamann et al., 2010; Bolten et al., 2011; Rees et al., 2016; Wildermann et al., 2018). Entretanto, avaliar esses parâmetros em grande escala é logisticamente desafiador (Rees et al., 2016; Wildermann et al., 2018).

A coleta sistemática de dados de encalhes pode fornecer informações biológicas úteis para a conservação e manejo destas espécies. Nesse sentido, dados como padrões sazonais e espaciais de ocorrência e mortalidade, estrutura etária, proporção sexual, dieta, variações interanuais associadas a eventos climáticos ou antropogênicos e causas de mortalidade (Bjørndal, 1999), acabam sendo de extrema importância. O encalhe é dito como todo evento no qual um animal vem até a área de areia da praia, manguezais ou sobre rochas e/ou recifes de coral, vivo ou morto, e não apresenta condições de voltar à água do mar (Jefferson et al., 1993). Com o aumento da taxa de mortalidade de tartarugas marinhas documentadas em escala global, o monitoramento de

encalhes destes animais tem sido o ponto central de diversos programas de conservação (Barco et al., 2016; Santos et al., 2018).

O Estado do Maranhão detém aproximadamente 640 km de costa litorânea, situado entre o Estuário do Gurupi e o Delta do PARNAíba (Rios, 2001), e expõe diversas feições geomorfológicas, cujas principais características são os estuários, as reentrâncias, as longas planícies costeiras, a extensa plataforma continental e as ilhas (Silva, 2012). Essas características posicionam o Maranhão entre um dos maiores produtores de pescado do nordeste brasileiro, responsável por cerca de 30% da produção regional, sendo a produção pesqueira gerada principalmente pelo setor artesanal (Rios, 2001). Em contrapartida, as tartarugas marinhas são fortemente impactadas tanto pela pesca industrial quanto pela artesanal no Maranhão, havendo ampla necessidade em adquirir novas informações e métodos sobre seu manejo e conservação (Ribeiro et al., 2014).

Uma melhor compreensão dos impactos é essencial para avaliar o risco de extinção populacional e identificar estratégias de conservação mais eficazes (Barco et al., 2016; Santos et al., 2018). Dessa maneira, esse estudo propõe responder quatro questões principais para as populações de tartarugas marinhas na região: (1) qual a frequência de encalhes ao longo dos anos? (2) quais os impactos e as principais causas de mortandade das tartarugas marinhas ao longo dos anos? (3) quais os impactos causados pela atividade sísmica marinha atingem as diferentes classes etárias? (4) quais os impactos causados pela atividade sísmica marinha alteram a composição das espécies encalhadas na área estudada?

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses – PNLM (Figura 10), criado pelo Decreto nº 86.060, de 02 de junho de 1981, localiza-se no litoral leste do Estado do Maranhão, situado entre 02°19' – 02°45' S e 42°45' – 43°29' W (Abakerli, 2001), possui um perímetro de 270 km e uma

área de 155 mil hectares, distribuída entre os municípios de Primeira Cruz (6,89%), Santo Amaro (42,15%) e Barreirinhas (44,86%). Tem como limites, ao Norte, o Oceano Atlântico; ao Sul, os municípios de Santo Amaro e Barreirinhas; a Leste, o município de Paulino Neves; e a Oeste, os municípios de Primeira Cruz e Santo Amaro, na interface de importantes biomas brasileiros, como a Amazônia, o Cerrado e a Caatinga (Castro e Piorski, 2002).



Figura 10 - Mapa de localização do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses – MA., estado do maranhão, Brasil.

O PNLM é constituído por amplos campos de dunas, lagoas perenes e temporárias de água doce, restingas, manguezais e praias (Muehe, 2012). O clima é quente, com pouca variação térmica ao longo do ano (variação de 1,1°C, em média) e com precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 1600-2400 milímetros, dependendo da longitude (Castro e Piorski, 2002). A maior parte do volume de precipitação ($\cong 70\%$) ocorre durante os meses de janeiro a maio, quando é observada a elevação do lençol freático, resultando na formação de muitas lagoas na área do parque. Os principais ambientes do parque são os campos de dunas (localmente chamados de

“morrarias”) e as áreas adjacentes a este, com maior complexidade vegetal, chamadas aqui de restingas (Castro e Piorski, 2002). Possui aproximadamente 70 quilômetros de litoral, no qual existe uma faixa plana (localmente conhecida como “paturá”) de 3-6 quilômetros de largura e que está sujeita a forte deflação eólica e ação das marés. Eventualmente, podem se formar drenos, que são pequenos riachos que levam água das lagoas interdunais adjacentes ao “paturá” para o mar (Castro e Piorski, 2002).

Métodos

Análise de encalhes – Para a avaliação da frequência de encalhes, impactos sobre as populações e *causa mortis* de tartarugas marinhas, os espécimes foram coletados vivos ou mortos, durante o monitoramento sistemático, entre os anos de 2015 e 2019, com frequência bimestral, determinado pelo apoio logístico do ICMBio. Cada campanha teve a duração de cinco dias, com média de 4 horas de monitoramento por dia, totalizando aproximadamente 600 horas de monitoramento. Em cada monitoramento, percorremos parte da praia com o auxílio de um quadriciclo em baixa velocidade (± 30 km) ao longo de 35 km (do Canto dos Atins até o Rio Negro), cobrindo cerca da metade da extensão litorânea de todo o parque (Figura 11). Não foi possível cobrir toda a extensão da área devido ao Rio Negro que corta o PARNA e desagua na praia, impedindo o acesso a outra parte da localidade.



Figura 11 - Distância percorrida para o monitoramento de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, Estado do Maranhão, Brasil.

Para todo o espécime encontrado encalhado, coletamos informações sobre espécie, sexo e dados biométricos, como comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) e largura curvilínea da carapaça (LCC), data, localização do encalhe e estado do animal (vivo/morto). Os locais dos encalhes foram georreferenciados utilizando-se GPS (Global Positioning System) marca Garmin Etrex e, posteriormente, plotados em mapa da região estudada, utilizando o Software ArcMap 10.4.

Para a avaliação do estado de decomposição dos espécimes encontrados, utilizamos uma adaptação da classificação para mamíferos aquáticos, estabelecida por Geraci e Lounsbury (1993) e utilizado por Nero et al. (2013) sendo: CODE 1 (animais vivos); CODE 2 (carcaça em estado de decomposição inicial, fresca); CODE 3 (carcaça em estado moderado de decomposição); CODE 4 (carcaça em estado avançado de decomposição); e CODE 5 (carcaça mumificada ou restos de esqueleto). Nos casos em que o espécime foi encontrado morto e sua carcaça fresca (CODE 2) ou em decomposição moderada (CODE 3), realizamos o procedimento padrão de necropsia, que consiste no exame minucioso da carcaça para descobrir sua *causa mortis* (Correia et al., 2016).

Caso sua carapaça estivesse em estado de decomposição avançada (CODE 4) ou mumificada (CODE 5), realizamos apenas o procedimento padrão de morfometria para determinar a faixa etária do espécime (filhote, juvenil/sub-adulto ou adulto). Para evitar a recontagem, todos os espécimes encontrados mortos foram marcados com uma tinta spray à prova d'água e enterrados posteriormente acima da linha de maré.

Os espécimes encontrados foram identificados a nível específico de acordo com Wyneken (2001). Para os espécimes que não puderam ser identificados devido ao grau de decomposição ou por haver apenas partes dos mesmos, registramos como espécie Não Identificada (NI). Sempre que possível, dependendo da maturidade sexual e do estado de decomposição, identificamos os espécimes quanto ao sexo com base no comprimento relativo da cauda, que é mais alongada nos machos (Wyneken, 2003).

O comprimento curvilíneo é medido na linha mediana da carapaça, desde o ponto médio anterior (escudo nugal) até a porção mais distal das escamas supracaudais. A largura curvilínea é medida no ponto mais largo da carapaça. Realizamos as medidas com uma fita métrica flexível, com precisão de 0,1 centímetros. Para classificar os espécimes de tartaruga-de-pente, tartaruga-cabeçuda e tartaruga-verde quanto às classes etárias, utilizamos como critério o padrão de medidas tomando por base o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC; Wyneken, 2001), sendo: de 5 a 20 cm = filhote; de 21 a 80 cm = juvenil/subadulto; e > 80 cm = adulto). Para a tartaruga-oliva, as referências foram 5 a 10 cm = filhote; de 11 a 46 cm = juvenil/sub-adulto; e > 46 cm = adulto.

As prováveis *causas mortis* e identificação dos impactos foram divididas em três categorias: 1) ação antrópica - definida como morte ocasionada por ação direta do homem, estando incluído nesta categoria emalhecimento, colisão com embarcações, derramamento de óleo, morte intencional de animal encalhado e danos causados pela ingestão de material inorgânico; 2) causas naturais ou enfermidades - definidas como mortes ocasionadas por predação ou por doenças; 3) causa indeterminada - utilizada quando a informação sobre a morte do animal não estivesse

disponível, quando o estado de decomposição ou a localização do animal não permitiu a realização da necropsia ou quando a necropsia não foi conclusiva.

Análises de dados – Calculamos a frequência bimestral de encalhes de tartarugas marinhas na região do PARNA dos Lençóis Maranhenses, durante o período de janeiro de 2015 e dezembro de 2019. Durante esse período, foram realizadas duas atividades de Pesquisa Sísmica Marinha 3D na Bacia de Barreirinhas na localização do PNLN, que se estenderam de novembro de 2015 a agosto de 2016. Para verificar o efeito da Pesquisa Sísmica Marinha 3D no encalhe de tartarugas, o período de monitoramento foi diferenciado em bimestres com pesquisa sísmica e em bimestres sem a pesquisa sísmica. Com isto, realizamos o teste de Mann-Whitney para verificar se houve diferenças entre os bimestres com e sem a Pesquisa Sísmica Marinha 3D quanto ao número de encalhe de tartarugas.

Padronizamos o número de encalhes por ranqueamento, em que os valores observados são substituídos por suas classificações crescentes, devido à distribuição dos dados não apresentarem uma distribuição normal, conforme verificado com o Teste Shapiro-Wilk. Para avaliar a diferença do comprimento da carapaça da mesma espécie entre os bimestres, comparando o período que ocorreu atividade de pesquisa sísmica marinha e o período sem atividade de pesquisa sísmica marinha, utilizamos o Teste Anova Two-way e o Teste *a posteriori* de Duncan para avaliar a diferença entre os tratamentos.

Para avaliar a dissimilaridade da fauna de tartaruga marinha encalhada ao longo dos anos, excluímos os bimestres que não ocorreram encalhes e, em seguida, calculamos a distância de Bray-Curtis. Em seguida, realizamos uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) para visualizar como a fauna encalhada diferiu entre os bimestres. Executamos os testes estatísticos no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2012).

RESULTADOS

Entre 2015 e 2019 registramos, 173 encalhes das quatro espécies de tartarugas marinhas no PNLM: *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea* e *Eretmochelys imbricata* (Tabela 4).

Tabela 4 - Frequência absoluta (FA), frequência relativa (FR), média dos Comprimentos Curvos da Carapaça (CCC) dos indivíduos encalhados entre os anos de 2015 e 2019 no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil.

Espécies	FA (n)	FR (%)	CCC +DP (cm)
<i>Caretta caretta</i>	1	0,58	73
<i>Chelonia mydas</i>	80	46,24	60,47 ± 28,24
<i>Eretmochelys imbricata</i>	9	5,21	5,06 ± 0,73
<i>Lepidochelys olivacea</i>	66	38,15	62,53 ± 7,40
Não Identificada	17	9,82	67,31 ± 23,70
TOTAL	173	100	

Registramos apenas um espécime juvenil de *C. caretta* e apenas filhotes de *E. imbricata*. Já para *L. olivacea* 79% dos encalhes foram compostos por indivíduos adultos, e para *C. mydas* 68% dos encalhes foram de indivíduos juvenis (Figura 12).

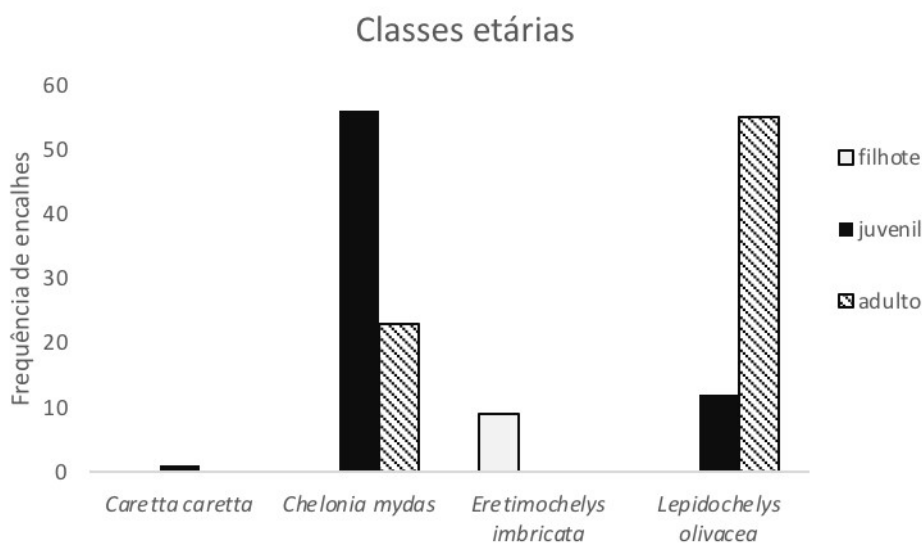


Figura 12 - Frequência de ocorrência de encalhe de acordo com as classes etárias das espécies de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil, no período entre os anos de 2015 e 2019.

A única espécie que teve registrada viva (CODE 1) foi *E. imbricata* (n=9). Registramos 16 espécimes como CODE 2; 28 como CODE 3; 53 como CODE 4; e 75 como CODE 5. Para espécimes foi possível identificar a *causa mortis* em apenas 44 tartarugas, enquanto os demais 129 espécimes foram classificados como “Causa Indeterminada”. Dos 44 espécimes diagnosticados, 35 foram classificados na categoria ação antrópica, quatorde causas naturais e cinco apresentaram características tanto de ação antrópica quanto de causas naturais (Figura 13).

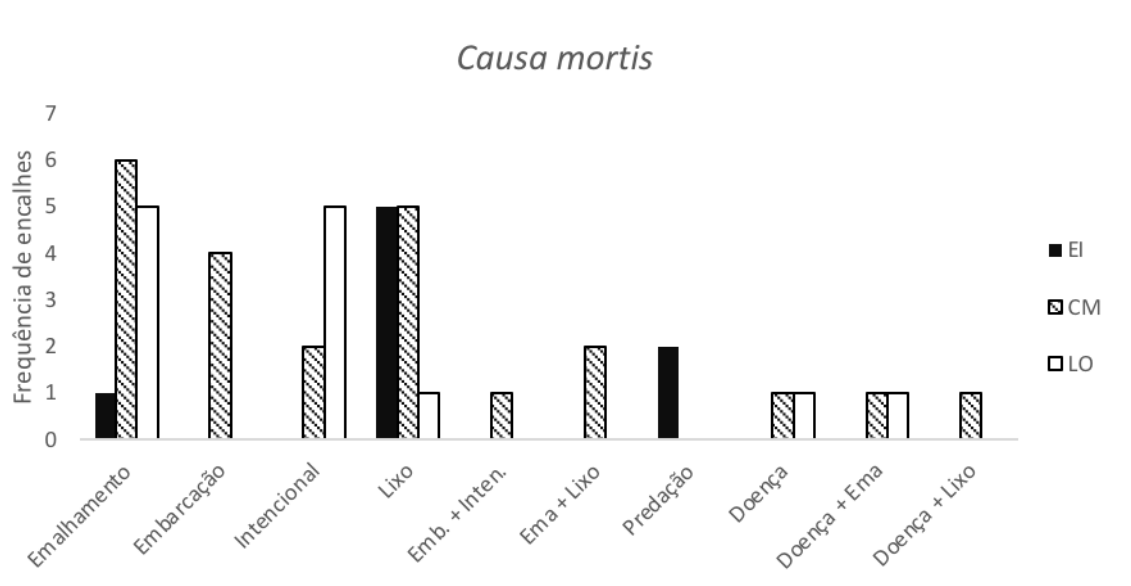


Figura 13 - Frequência de ocorrência de encalhe de acordo com as causas mortis das espécies de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil, no período entre os anos de 2015 e 2019.

Na categoria ação antrópica, a causa mais frequente foi o emalhamento dos espécimes, verificando-se amputação de algum membro ou características de afogamento, causada por rede de pesca (Figura 14), seguido por obstrução intestinal causado por ingestão de material inorgânico (Figuras 15 e 16) e por morte intencional, quando observamos marcas visíveis de lâminas cortantes e/ou marcas de esmagamento do crânio causado por forte traumatismo.



Figura 14 – *Lepidochelys olivacea* encontrada emalhada em um fragmento de rede de pesca fantasma no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil.

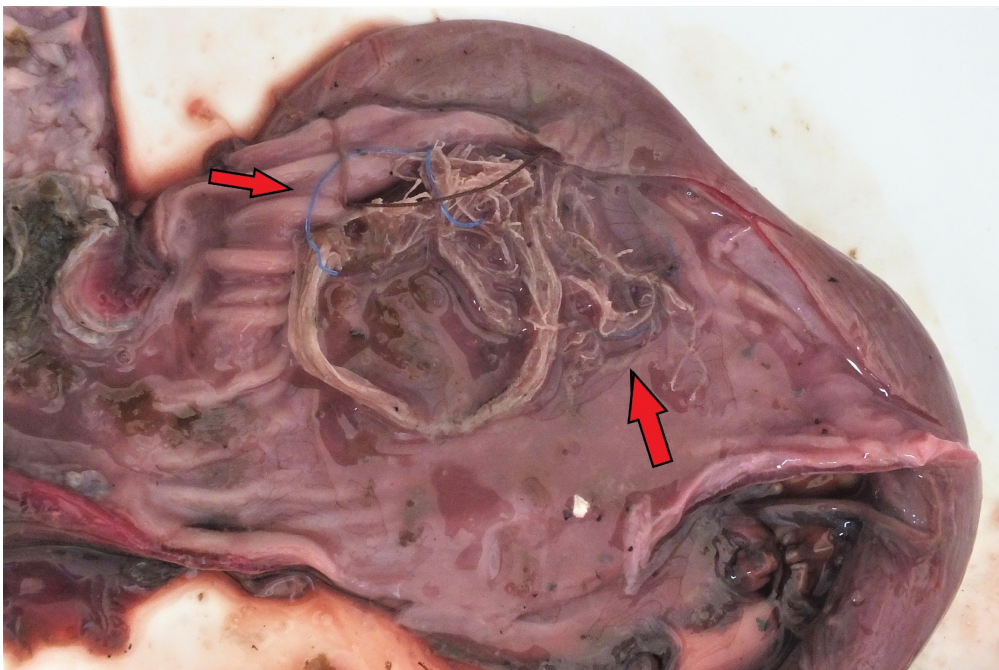


Figura 15 - Presença de material inorgânico no sistema digestório de uma tartaruga marinha encalhada no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil

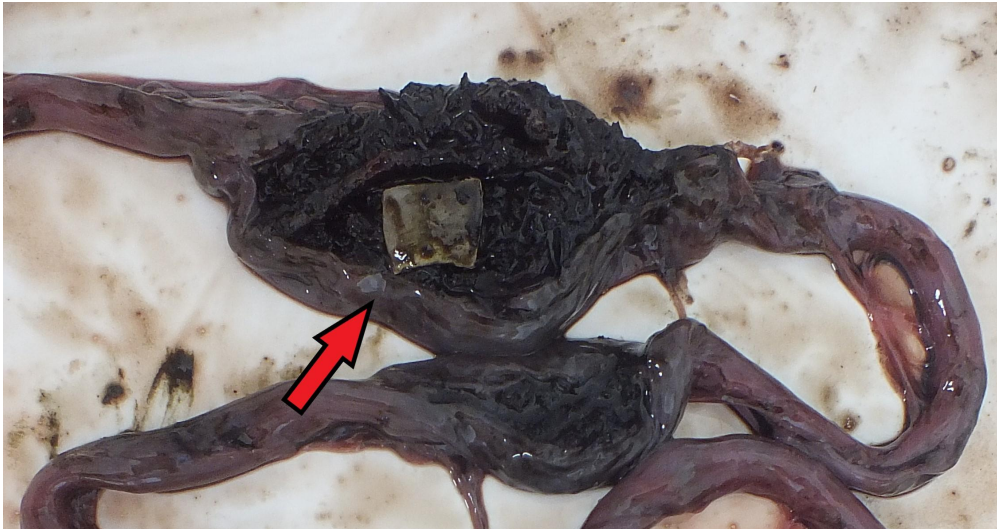


Figura 16 - Presença de material inorgânico no sistema digestório de uma tartaruga marinha no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil

Vinte e cinco por cento dos espécimes necropsiados ingeriram matéria inorgânica, sendo 11% (N=5) filhotes de *E. imbricata* e 11% (N=5) jovens de *C. mydas*. Um único espécime adulto de *L. olivacea* (3%) apresentou ingestão de matéria inorgânica no trato digestório.

Para a categoria de causas naturais, um espécime de *C. mydas* e um de *L. olivacea* apresentaram indícios de fibropapilomatose e dois filhotes de *E. imbricata* continham evidências de predação natural por aves. Cinco espécies apresentaram característica tanto de ação antrópica quanto causa natural. Uma *C. mydas* e uma *L. olivacea* foram encontradas emalhadadas em arte de pesca e com presença de fibropapilomatose, um espécime de *C. mydas* apresentou fibropapilomatose e a presença de material inorgânico no sistema digestório, e dois espécimes de *C. mydas* estavam emalhadados e com a presença de material inorgânico no trato digestório.

No período sem atividade Sísmica Marinha, a frequência de encalhes apresentou uma média de $4,8 \pm 6,52$ (N=111) espécimes por bimestre. Já no período em que ocorreram atividades Sísmicas Marinhas, a média da frequência de encalhes foi de $34,4 \pm 27,89$ (N=62) espécimes por bimestre. Os resultados indicam que durante os bimestres que ocorreram pesquisas sísmicas marinhas a frequência, evidenciando uma frequência significativamente maior de encalhes de

tartarugas nesse período, comparado com o período em que não houve essa atividade ($Z= 22$, $p= 0.024$; Figura 17).

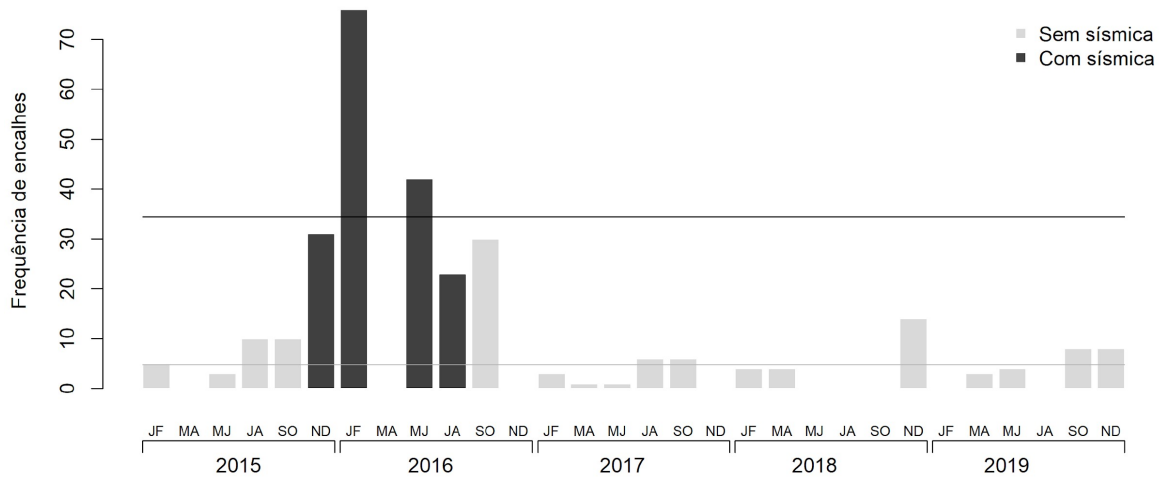


Figura 17 - Frequência de encalhes de tartarugas marinhas por bimestre ao longo dos anos, no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses Maranhenses, estado do Maranhão, Brasil. As linhas horizontais indicam a média.

Comparando os números de encalhes nos períodos atividade sísmica com o sem pesquisa sísmica, verificamos um aumento foi observado no número de encalhes, tanto de indivíduos jovens quanto indivíduos adultos nos momentos de pesquisa sísmica ($F_{(1-32)} = 42,391$, $p < 0,001$; Figura 18), no período com atividade, não havendo, contudo, diferenças na proporção de classes etárias nas duas situações. Foi possível observar um efeito retardado do aumento do encalhes até o bimestre setembro-outubro de 2016, mesmo sem atividade sísmica.. Quando comparada a frequência de encalhes entre adultos e juvenis sem pesquisa de atividade sísmica, não observamos diferenças significativas ($F_{(1-32)} = 0,107$, $p = 0,75$). De forma semelhante, não observamos diferenças significativas entre adultos e juvenis no período com pesquisa atividade sísmica ($F_{(1-32)} = 0,111$, $p = 0,74$).

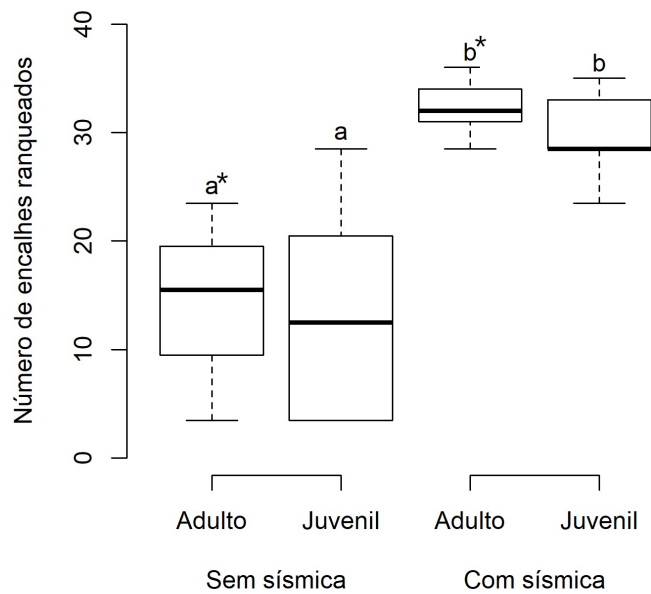


Figura 18 - Comparação do número de encalhes de tartarugas marinhas no período de atividade de Pesquisa Sísmica com o período sem atividade sísmica no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, no estado do maranhão, Brasil, no período entre 2015 e 2019.
*Letras diferentes (a e b) apontam diferenças

Nossos resultados mostram que houve diferença significativa ($F_{(1-108)} = 4,283$, $p = 0,04$) no Comprimento Curvo da Carapaça de *C. mydas* apenas no terceiro bimestre (maio-junho), comparando entre os bimestres nos períodos com e sem pesquisa sísmica, com espécimes menores encalhando durante atividade sísmica (Figura 19). Já para *L. olivacea* não observamos diferença para o CCC entre os bimestres nos períodos com e sem pesquisa sísmica ($F_{(1-95)} = 0,059$, $p = 0,81$).

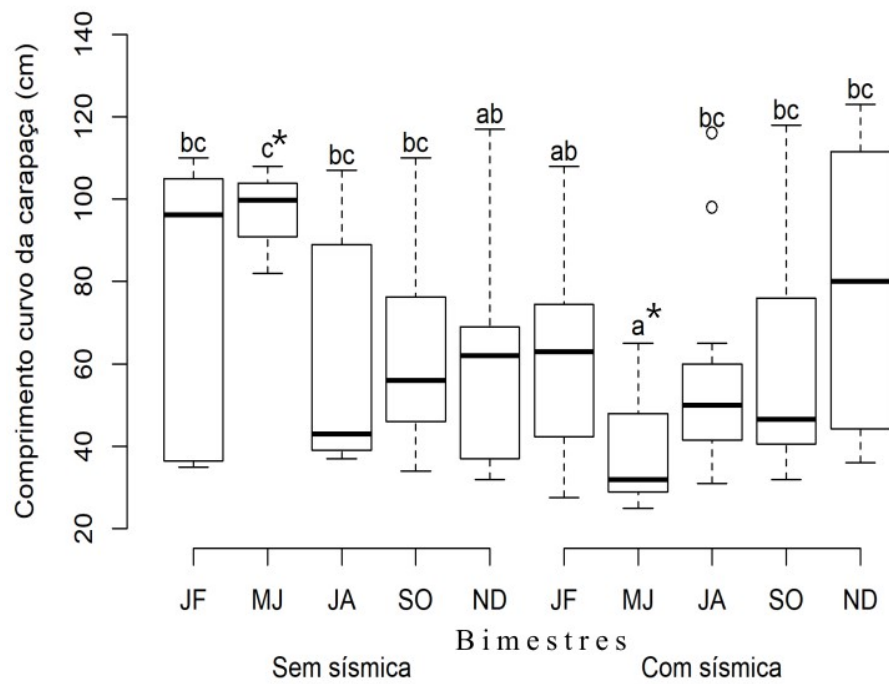


Figura 19 - Relação entre o tamanho (CCC) de *Chelonia mydas* encalhados entre os bimestres e as atividades de Pesquisa Sísmica Marinha no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, no estado do Maranhão, Brasil, no período entre 2015 e 2019. *Letras diferentes (“c” e “a”) apontam diferenças significativas.

Nossos resultados indicam que os bimestres em que não ocorreram a atividade de Pesquisa Sísmica Marinha 3D houve um menor número de espécies encalhadas, enquanto que no período com atividade Sísmica houve registro de encalhe de todas as espécies que ocorrem no PNLM e em maior abundância (Figura 11).

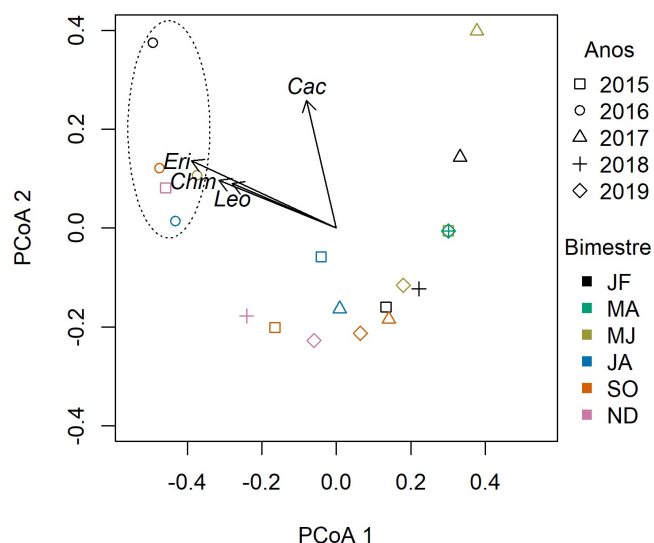


Figura 20 - Composição das espécies entre os bimestres no período sem atividade de Pesquisa Sísmica Marinha e no período com atividade de Pesquisa Sísmica Marinha no P.N. dos Lençóis Maranhenses, no período de 2015 e 2019.

DISCUSSÃO

Dermochelys coriacea foi a única espécie não registrada nos monitoramentos realizados pelo Projeto Queamar, embora Miranda et al. (2012) a tenham registrado em um estudo também realizado no PNLN. Em um levantamento da área de ocorrência de *D. coriacea* na costa brasileira, houve o registro de quatro indivíduos no litoral do Maranhão (ver Barata et al., 2004; Miranda et al., (2012); Ribeiro et al., 2014), quanto para seus estados limítrofes, o Piauí (Loebmann et al., 2008) e o Pará, na Ilha do Marajó (Cunha, 1975).

Devido ao grau de decomposição, não foi possível identificar o sexo dos animais encalhados e a classe etária. Dos animais que puderam ser classificados, foi verificada a predominância de indivíduos adultos. Segundo Reis e Goldberg (2017), o litoral maranhense faz parte da rota migratória, entre as áreas de desova e as áreas de alimentação na região norte-nordeste, evidenciando a importância dessa região como área de alimentação para indivíduos adultos. Isso poderia explicar a grande quantidade de espécimes adultos encontrados encalhados nesse estudo,

diferentemente do litoral sul do Brasil, que apresenta alto índice de encalhe de indivíduos jovens (ver Reis et al., 2010; Barceló et al., 2013; Santos et al., 2019; López-Mendilaharsu et al., 2020). O estudo reforça a necessidade de implantação de programas de conservação dos ambientes costeiros e gestão eficiente da pesca de norte a sul do Brasil, sob risco de elevação dos índices de mortalidade da fauna marinha.

O emalramento e a ingestão de material inorgânico também predominou nos estudos de Ribeiro et al. (2014) na Ilha do Maranhão, na qual 36% dos indivíduos analisados apresentaram marcas ocasionadas por instrumentos de pesca, tais como redes fantasmas e a presença de anzol, além de indivíduos com marcas de faca, caracterizando abate para consumo. Em um estudo etnoecológico realizado com 50 pescadores, sobre a captura incidental predominaram foram as principais causas de morte de tartarugas marinhas observado por Ribeiro et al. (2014), na Ilha do Maranhão, assim como a predação por humanos, para o consumo, no litoral do Pará (Brito et al., 2015). Estudo semelhante realizado nos litorais de Santa Catarina (Pupo et al., 2006) e Sul de São Paulo (Bahia e Bondioli, 2010) mostram que o consumo de tartaruga marinha por pescadores e marisqueiros ainda é um comportamento comum nessas regiões e um fator importante. a ser tratado nos trabalhos de conservação das espécies.

A presença de material inorgânico no trato digestório também foi encontrada por Witherington et al. (2012) de tartarugas marinhas foi registrado em estudos realizados no Golfo do México (Witherington et al., 2012), na Flórida (Schuyler et al., 2014) e na Austrália (Wilcox et al., 2018), evidenciando também, que a ingestão de resíduos antropogênicos pode ocorrer em todas as espécies de tartarugas marinhas e nos diferentes estágios de vida. No Brasil, Macedo et al. (2011) registraram a presença de material inorgânico no trato digestório de um filhote de *E. imbricata* no litoral norte do estado da Bahia. A obstrução parcial ou total do trato gastrointestinal pode causar necrose, laceração e ulceração de mucosa, comprometendo a absorção de nutrientes, além de

promover o acúmulo de gases que interferem na flutuabilidade do animal no ambiente aquático (George, 1996).

A presença de fibropapilomatose foi registrada, nesse estudo, em *C. mydas* e *L. olivacea*. A fibropapilomatose em tartarugas marinhas é uma doença emergente, com altos índices de prevalência, sendo relatada a partir da década de 80 (Herbst et al. 2004). Dependendo do tamanho e da quantidade das lesões causadas pela fibropapilomatose, pode haver comprometimento da habilidade do animal em se alimentar e nadar, além de comprometer suas condições fisiológicas, gerando casos crônicos de estresse e imunodepressão (Aguirre et al., 1995; Work e Balazs, 1999), podendo, ainda, apresentar anemia severa, hipoproteïnemia, leucopenia e heterofilia, além de baixos valores de colesterol e triglicérides (Norton, 1990; Aguirre et al., 1995; Aguirre e Balazs, 2000; Work et al., 2001, Work et al., 2009). Esses fatores debilitantes associados podem comprometer as habilidades natatórias desses animais, assim como a visão, dificultando a seleção de alimentos e diminuindo o poder de detecção das redes de pesca, aumentando a possibilidade de ingestão de matéria inorgânica e, também, o emalhe dos espécimes acometidos pelo vírus causador dessa doença (Herbst, 1994). A fibropapilomatose parece ter um caráter multifatorial, envolvendo desde a presença de ectoparasitas (Greenblatt et al. 2006), poluição ambiental (Torezani et al. 2010), ingestão de macroalgas (Van Houtan et al. 2010) e, também, a temperatura da água (Herbst et al. 1995). Apesar de não ter a causa totalmente conhecida, a fibropapilomatose ocorre mais frequentemente em áreas poluídas, costeiras e com baixo hidrodinamismo, ou seja, áreas mais insalubres do ambiente marinho (Herbst, 1994; Santos et al., 2010; Van Houtan et al., 2010).

A predação natural de filhotes também foi observada por Ribeiro et al. (2014), que registraram a predação de ninhos e filhotes de *E. imbricata* na Ilha do Maranhão. Após o nascimento, os filhotes se tornam, em ambiente terrestre, extremamente vulneráveis, principalmente à predação por aves marinhas e caranguejos e, quando na água, por polvos e uma grande diversidade de peixes marinhos (Stancyk, 1995). Sabe-se, entretanto, que a predação de recém

eclodidos por animais que fazem parte da biodiversidade local é um fator natural (Bellini e Sanches, 1996; Santos et al., 2011) e, por si só, não é uma ameaça que poderia levar à diminuição das populações de tartarugas marinhas (Marco et al., 2015; Santos et al., 2016; Cortez et al., 2017).

O aumento de encalhes, assim como a relação dos tamanhos dos indivíduos de *C. mydas* encalhados durante o período das atividades de Pesquisa Sísmica Marinha 3D, comparado com o período em que não ocorreram tais atividades, evidencia uma relação direta e um efeito desorientador, sobretudo sobre indivíduos jovens. Esses resultados são mais conclusivos do que aqueles encontrados por Pendoley (1997); Parente et al. (2006); Weir (2007); DeRuiter e Larbi Doukara (2012), os quais relataram, em seus estudos, que o monitoramento embarcado é um método inconclusivo para avaliar a reação das tartarugas marinhas em relação as atividades de Pesquisa Sísmica 3D

Observamos, também, um aumento da frequência de encalhes, tanto na riqueza quanto na abundância, nos bimestres que ocorreram atividade sísmica, evidenciando que todas as espécies desse estudo possuem certa sensibilidade auditiva. Uma sensibilidade de estímulos acústicos de baixa frequência foi demonstrado em *C. mydas* (ver Ridgway et al., 1969 e Piniak et al., 2012), em *Lepidochelys kempii* (ver Bartol e Ketten, 2006), e em *C. caretta* (ver Martin et al., 2012), indicando que as faixas auditivas dessas espécies se sobrepõem à amplitude de pico, som de baixa frequência emitido por canhões sísmicos (Parente et al., 2006; Stone e Tasker, 2006; DeRuiter e Larbi Doukara, 2012). Estudos conduzidos em cativeiro, com *C. caretta* expostas a tiros de pistola pneumática (ver McCauley et al., 2000 e Lenhardt, 2002) revelou, como em consequência do aumento dos níveis de ruído nessa espécie, um aumento na sua atividade de natação, mudanças no comportamento de mergulho e movimentos irregulares. Devido à falta de estudos, não se sabe em quais níveis de exposição sonora (ou frequências) pode-se causar perda auditiva permanente ou temporária, quais classes etárias são mais sensíveis e que efeito isso pode ter em relação a sua aptidão ou sobrevivência (DeRuiter e Larbi Doukara, 2012). Portanto, a priori, podemos assumir

que todas as espécies de tartarugas marinhas, em suas diferentes classes etárias, estão expostas às perturbações auditivas causadas pelos canhões de ar das atividades de Pesquisa Sísmica Marinha 3D, podendo comprometer o seu ciclo de vida e a sua capacidade natatória, alimentar e reprodutiva. O aumento do número de encalhes durante a pesquisa sísmica, observado nesse estudo, pode corroborar as alterações nos padrões comportamentais, sobretudo aqueles relacionados à movimentação.

Uma das condicionantes para obtenção das licenças específicas para as atividades de Pesquisa Sísmica 3D é o Programa de Monitoramento de Praia – PMP (ICMBIO, 2011). No entanto, o monitoramento ocorre ao iniciar as atividades de prospecção sísmica, e tem a duração de até dois meses após o término dessas atividades. Dessa maneira, esse tipo de monitoramento também não é eficiente para avaliar os impactos causados pelas atividades de Pesquisa Sísmica 3D, sem a capacidade de fornecer informações sobre os efeitos da atividade sobre a distribuição e o comportamento das tartarugas marinhas, sendo necessário um monitoramento a longo prazo, com dados prévios e posteriores consistentes para análises populacionais mais abrangentes. Assim, os dados suportam que o Programa de Monitoramento de Praia para atividades de Pesquisa Sísmica 3D necessita ser aprimorado na legislação brasileira ambiental.

O aumento do número de encalhes nos últimos bimestres dos anos de 2018 e 2019 pode estar associado ao período de defeso do camarão, definido pela primeira vez pela Portaria do IBAMA nº 114-N, de 23 de outubro de 1992, depois revogada pela portaria Interministerial MDIC/MMA Nº 75, de 20 de dezembro de 2017, que proíbe anualmente, durante o período de 01 de janeiro até 31 de maio, a pesca artesanal do camarão em áreas de estuários, reentrâncias e igarapés, no Estado do Maranhão, além da Portaria Interministerial MDIC/MMA Nº 15, de 10 de janeiro de 2018 que, entre o período de 15 de dezembro a 15 de fevereiro, proíbe pesca de camarão com o uso de embarcações motorizadas.

O aumento na frequência de encalhes pode estar relacionado à intensificação na pesca de camarão para obter o estoque necessário para as vendas durante o período do defeso, tendo em vista a Portaria Interministerial MDIC/MMA Nº 75, a qual estabelece que só é permitido a venda de camarão por pessoas/empresas que declararam o estoque até o sexto dia útil, a partir do início do período do defeso, com a relação detalhada do estoque de cada espécie pescada até o terceiro dia útil após o início do período do defeso. Santos et al. (2006) destacaram as áreas ao redor do PNLM (Tutóia, Rio Novo, Barreirinhas e Primeira Cruz, Travosa) como uma das principais áreas de pesca de camarão na costa maranhense. De acordo com Silva et al. (2010, 2011) e Guimarães et al. (2018), a captura incidental e a mortalidade associada à pesca de arrasto de camarão, que ocorre intensamente ao longo da plataforma continental, é uma das principais ameaças para as tartarugas marinhas. Mesmo a pesca em pequena escala, que opera em águas próximas da costa, pode ter algum impacto de captura incidental (Alfaro-Shigueto et al., 2011; Wallace et al., 2013). Independentemente da espécie-alvo, a pesca de arrasto, por exemplo, tem baixa seletividade, gerando um grande volume de capturas acessórias e impactando fortemente algumas populações de tartarugas marinhas no mundo (Oravetz, 1999; Casale, Laurent, e De Metrio, 2004; Lucchetti e Sala, 2010), tendo sido considerada a principal causa de encalhes de tartarugas marinhas no Nordeste brasileiro (Silva et al., 2010).

A proteção legal da fauna brasileira começou com a instituição da Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5197 de 03 de janeiro de 1967), quando a fauna se tornou bem público e de propriedade do Estado. Apesar das tartarugas marinhas estarem legalmente protegidas contra caça e a coleta de ovos, em toda a costa brasileira, desde 1986, segundo a Portaria nº005 da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca – SUDEPE, apenas com a Portaria do Ibama, nº. 1.522, de 19 de dezembro de 1989, é que as tartarugas marinhas foram citadas nominalmente como espécies em risco de extinção e merecedoras de proteção especial.

Medidas protetivas ou mitigatórias para a redução da captura incidental de tartaruga foram iniciadas em 1978, pela agência do governo americano para pesquisa e regulamentação da pesca que desenvolveu um sistema conhecido como TED (do inglês, *Turtle Excluder Dispositive*) que permite o escape de tartarugas, quando capturadas por essas redes (Lutcavage et al., 1997). No Brasil, o uso do TED é obrigatório ao longo de toda a costa, desde 1997, em barcos de pesca de camarão de tamanho superior a 11 metros, que não empregam redes ou métodos manuais de pesca (Portaria nº 000005 de 19/02/1997; Instrução Normativa MMA Nº 31, de 13 de dezembro de 2004). Além disso, a Portaria Interministerial 74/2017, publicada pelos ministérios da Indústria, Comércio Exterior e Serviços e do Meio Ambiente, estabelece uma série de medidas mitigadoras para reduzir a captura incidental por embarcações pesqueiras., incluindo o uso desse importante dispositivo.

O impacto humano sobre as tartarugas marinhas é reconhecido há décadas (Lutcavage et al. 1997), com os esforços para mitigação concentrados no ambiente terrestre. Apesar de progressos feitos na proteção e recuperação de ecossistemas marinhos em algumas áreas, impactos antropogênicos diretos ou indiretos continuam a ocorrer (Hamann et al. 2010). Estudos relacionados às populações de tartarugas marinhas são geralmente baseados em contagens indiretas do número de indivíduos, em contagens do número de ninhos por estação reprodutiva, e de estimativas da produção anual de ovos e/ou filhotes (Frazier, 2012). Contudo, devido às limitações logísticas e financeiras, o monitoramento de praias e a contagem de ninhos de tartarugas marinhas são, muitas vezes, limitadas a aspectos temporais e/ou espaciais (Gratiot et al., 2006), dificultando avaliações populacionais, pois investigações desse tipo requerem muitos anos de monitoramento devido ao elevado grau de variação anual (Bjorndal et al., 1999) e longos ciclos de vidas dos animais (fonte).

O estabelecimento de Unidades de Conservação (UC) é uma das estratégias que têm sido adotada pelos governos para tentar reverter a perda de biodiversidade e a manutenção dos processos ecológicos naturais necessários (Diamond, 1975; Fahrig e Merriam, 1985). Entretanto, é necessário que haja vontade política para que as UCs criadas cumpram seu papel. Na questão das

populações de tartarugas marinhas do PNLM, a área é usada de forma ilegal por frotas pesqueiras de regiões próximas ou de outros estados (Santos et al., 2006). Assim, a simples criação de uma Unidade de Conservação no papel não é suficiente para garantir a conservação da biodiversidade, de modo que são necessárias ações adequadas de manejo, restrições das atividades antrópicas e intensificação na fiscalização para que essas UCs desempenhem seu real papel na conservação da biodiversidade.

Assim, é imperativo que se avalie a necessidade de ações voltadas diretamente para as atividades pesqueiras, tanto para a pesca artesanal quanto para a pesca industrial, tendo em vista o aumento dessa atividade em toda costa brasileira, oferecendo grande desafio para a biota marinha, sobretudo as tartarugas marinhas. Estes esforços concatenados entre diferentes atores, e em diferentes esferas, são essenciais para que as UCs, de fato, cumpram o seu papel.

O presente estudo mostra que não há um único fator responsável pelas mortes das tartarugas marinhas, mas sim uma junção de fatores que, quando associados, causam impacto sobre as populações de tartarugas marinhas no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. No entanto, a complexidade biológica das tartarugas marinhas e os inúmeros fatores capazes de ameaçar a viabilidade de suas populações sinalizam para a necessidade de integração das informações já existentes (mapeamento de sítios de desova e de alimentação, dados de estrutura populacional advindos de análises genéticas, rotas migratórias provenientes da telemetria, informações advindas da marcação e recaptura de indivíduos, etc.) e a execução de novos estudos baseados em múltiplas abordagens. Agindo dessa forma, há a possibilidade de preencher as lacunas de conhecimento sobre as espécies, avaliar os efeitos sinérgicos das ações humanas e fornecer subsídios para a definição de estratégias efetivas de manejo e conservação desses organismos em âmbito nacional.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Estado do Pará – FAPESPA, pela bolsa concedida. À Fundação de Amparo a Pesquisa do Maranhão –FAPEMA, pelo financiamento dessa pesquisa. A comunidade do Canto dos Atins e a toda equipe do ICMBio do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, especialmente Yuri Texeira, Adriano e Chicão. Este estudo tem licença expedida pelo ICMBIO (13641-10) e está protocolado no comitê de éticas de animais (UFMA No. 005374/2010-0).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abakerli, S. 2001. A critique of development and conservation policies in environmentally sensitive regions in Brazil. *Geoforum*, 32(4), 551–565. [https://doi.org/10.1016/S00167185\(01\)00015-X](https://doi.org/10.1016/S00167185(01)00015-X)
- Aguirre, A.A.; Balazs, G.H.; Spraker, T.R.; Gross, T.S. 1995. Adrenal and hematological responses to stress in juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) with and without fibropapillomas. *Physiological Zoological*, Chicago, v. 68, p. 831-854.
- Aguirre, A.A.; Balazs, G.H. 2000. Blood biochemistry values of Green turtles, *Chelonia mydas*, with and without fibropapillomatosis. *Comparative Haematology International*, London, v. 10, p. 132-137.
- Alfaro-Shigueto, J., Mangel, J. C., Bernedo, F., Dutton, P. H., Seminoff, J. A., & Godley, B. J. 2011. Small-scale fisheries of Peru: a major sink for marine turtles in the Pacific. *Journal of Applied Ecology*, 48(6), p 1432-1440.

- Allen, M.S., 2007. Three millenia of human and sea turtle interactions in remote Oceania. *Coral Reefs*, 26, pp. 959-970.
- Álvarez-Varas, R., R. Berzkins, K. Bilo, J. Chevalier, D. Chevalier, B. De Thoisy, A. Fallabrino, M. Garcia Cruz, S. Kelez, M. Lopez-Mendilaharsu, A. Marcovaldi, R. B. Mast, C. Medrano, C. Miranda, M. A. Nalovic, L. Prosdocimi, J. M. Rguez-Baron, A. Santos, L. Soares, J. Thome, F. Vallejo, G. Velez-Rubio. 2011. *Sea Turtles of South America*. SWOT Rep 11:14-27.
- Ashton, K.; Holmes, L.; E Turner, A. 2010. Association of metals with plastic pollution pellets in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* v. 60, p. 2050–2055.
- Bahia, N. C. F.; Bondioli, A. C. V. 2010. Interação das tartarugas marinhas com a pesca artesanal de cerco-fixo em Cananéia, litoral sul de São Paulo. *Biotemas*. 23, 203-213.
- Balazs G.H., Chaloupka M., 2004. Thirty-year recovery trend in the once depleted Hawaiian Green Sea Turtle stock. *Biol Conserv* 117:491–498.
- Barata, P. C. R.; Lima, E. H. S. M.; Borges-Martins, M.; Scalfoni, J. T.; Bellini, C.; Siciliano, S. 2004. Records of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) on the brazilian coast, 1969–2001. *Journal of the Marine Biological Association, united Kingdom*, n. 84, p.1233–1240.
- Barceló, C., Domingo, A., Miller, P., Ortega, L., Giffoni, B., Sales, G., Mcnaughton, L., Marcovaldi, M., Heppell, S.S., Swimmer, Y. 2013. High-use areas, seasonal movements and

dive patterns of juvenile loggerhead sea turtles in the southwestern atlantic ocean. *Marine Ecology Progress series*. 479: 235-250.

Barco S., Law M., Drummond B., Koopman H., Trapani C., Reinheimer S., Rose S., Swingle W.M., Williard A. 2016. Loggerhead turtles killed by vessel and fishery interaction in Virginia, USA, are healthy prior to death. *Mar Ecol Prog Ser* 555:221-234.

<https://doi.org/10.3354/meps11823>

Bartol, S.M., Ketten, D.R., 2006. Turtle and tuna hearing. In: Swimmer, Y., Brill, R. (Eds.), *Sea Turtle and Pelagic Fish Sensory Biology: Developing Techniques to Reduce Sea Turtle Bycatch in Longline Fisheries* Technical Memorandum NMFS-PIFSC-7. National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), US Department of Commerce, pp. 98–105.

Bellini, C. & Sanches, T.M. 1996. Reproduction and feeding of marine turtles in the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. *Marine Turtle Newsletter*, 74: 12-13.

Beverton, R. J. H. 1985. Analysis of marine mammal-fisheries interactions. In: Beddington, J. R.; Beverton, R. J. H.; Lavigne, D. M. (Ed.). *Marine mammals and fisheries*. London: George Allen and Unwin, p. 3-33.

Bjorndal, K.A. 1999. Priorities for research in foraging habitats. Pp. 12-14 In: K.L. Eckert, K.A. Bjorndal, F.A. Abreu-Grobois, e M. Donnelly (Eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication.

- Bjorndal K. A., Wetherall, J. A., Bolten, B. A., Mortimer, J. A. 1999. Twenty-six years of green turtle nesting at Tortuguero, Costa Rica: an encouraging trend. *Conservation Biology*, v.13, p. 126-134.
- Bolten, A. B., Crowder, L. B., Dodd, M. G., MacPherson, S. L., Musick, J. A., Schroeder, B. A., Witherington, B. E., Long, K. J., Snover, M. L. 2011. Quantifying multiple threats to endangered species: an example from loggerhead sea turtles. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9: 295–301.
- Bourjea J, Dalleau M, Derville S, Beudard F C, Marmox, A, M'Soili, D, Roos, S, Ciccione, J, Frazier. 2015. Seasonality, abundance, and fifteen-year trend in green turtle nesting activity at Itsamia, Moheli, Comoros. *Endang Species Res* 27:265-276. <https://doi.org/10.3354/esr00672>
- Brito, T. P.; de Oliveira, A. N. D.; da Silva, D. A. C.; de Souza Rochas, J. A. 2015. Conhecimento ecológico e captura incidental de tartarugas marinhas em São João de Pirabas, Pará, Brasil. *Biotemas*, 28(3), 159-175.
- Broadhurst, M. 2000. Modifications to reduce bycatch in prawn trawls: A review and framework for development. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v.10: pp.27- 60.
- Brongersma D., 1995. Marine turtles of the eastern atlantic ocean. In: K. a. Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, revised edition, Washington, d.c., smithsonian institution Press, p. 409.

- Browne, M. A.; Underwood, A. J.; Chapman, M. G.; Williams, R.; Thompson, R. C.; Van Franeker, J. A. 2015. Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts. *Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences*, v. 282.
- Bugoni, L.; Neves, T. S.; Leite Jr, N. O.; Carvalho, D.; Sales, G.; Furness, R. W., Monteiro, D. S. 2008. Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil. *Fisheries Research*, vol 90, n 1, p 217-224.
- Campbell L.M. 2003. Contemporary Culture, Use, and Conservation of Sea Turtles. In: *The Biology of Sea Turtles vol II* (ed Peter L Lutz, John A Musick & J Wykenen). CRC Press, 455 p.
- Carman, V. G.; Machain. N.; Campagna, C. 2015. Legal and institutional tools to mitigate plastic pollution affecting marine species: Argentina as a case study. *Marine Pollution Bulletin*.
- Casale, P., Laurent, L., & De Metrio, G. 2004. Incidental capture of marine turtles by the Italian trawl fishery in the north Adriatic Sea. *Biological Conservation*, 119, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.11.013>
- Castellote, M., Clark, C.W., Lammers, M.O., 2012. Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biol. Conserv.* 147, 115– 122, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.021>.
- Castilhos, J. C. de; Coelho, C. A.; Argolo, J. F.; Santos, E. A. P. dos; Marcovaldi, M. A.; Santos, A. S. dos; Lopez, M. 2011. Avaliação do estado de conservação da Tartaruga Marinha

Lepidochelys olivacea (Eschscholtz, 1829) no Brasil. Revista Científica Biodiversidade Brasileira, ano 1, nº 1, p. 28-36.

Castro A. C. L., Piorski N. M. 2002. Plano de Manejo do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses. Instituto Chico Mendes de Biodiversidade - ICMBio

Codarin, A., Wysocki, L.E., Ladich, F., Picciulin, M., 2009. Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy). Mar. Pollut. Bull. 58, 1880–1887. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.07.011>.

Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions. Springer-Verlag, New York, pp. 99–139.

Colman, L., Sampaio, C. L., Weber, M. I., & Comin, J. 2014. Diet of Olive Ridley Sea Turtles, *Lepidochelys olivacea*, in the Waters of Sergipe, Brazil. Chelonian Conservation and Biology, 13(2), 266–271. doi:<http://dx.doi.org/10.2744/CCB-1061.1>

Correia, J.M.S., dos Santos, E.M. Moura G.J.B. 2016. Conservação de Tartarugas Marinhas no Nordeste do Brasil: Pesquisas, Desafios e Perspectivas/organizadores. – Recife : EDUFRPE.

Cortez, V.; Verdú, J. R.; Ortiz, A. J.; Halffter, G. 2017. Identification and evaluation of semiochemicals for the biological control of the beetle *Omorgus suberosus* (F.) (Coleoptera: Trogidae), a facultative predator of eggs of the sea turtle *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz). PloS One, 12 (2), e0172015.

- Cunha, O.R. 1975. Sobre a ocorrência da tartaruga de couro *Dermochelys coriacea* (Linnaeus, 1758) na foz do Rio Amazonas (Chelonia, Dermochelyidae). Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia, 81: 1-18.
- Derraik, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin, Oxford, England, v. 44, p. 842-852.
- DeRuiter, S., Larbi Doukara, K., 2012. Loggerhead turtles dive in response to airgun sound exposure. Endanger. Species Res. 16, 55–63. <http://dx.doi.org/10.3354/esr00396>.
- Diamond, J. M. 1975. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. Biological Conservation, v. 7, n. 2, p. 129–146.
- Emory K.P., 1975. Material culture of the Tuamotu Archipelago. Department of anthropology, Bishop Museum Press, Honolulu.
- Fahrig, L. & Merriam, G. 1985. Habitat Patch Connectivity and Population Survival. Ecology, v. 66, n. 6, p. 1762–1768.
- Fowler, C. W. 1987. A review of density dependence in populations of large mammals. Current Mammalogy, v. 1, p. 401–441.
- Frazier J. 2003. Prehistoric and ancient historic interactions between humans and marine turtles. In: Lutz PL, Musick JA, Wyneken J (eds) The Biology of sea turtles, vol 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp 1–38.

- Frazier, J. 2012. Nest and track surveys. In: Mcdiarmind R.W.; Foster, M.S.; Guyer, C.; Gibbons, J.W.; Chernoff, N. (eds), *Reptile biodiversity: standard methods for inventory and monitoring*. University of California Press, Berkely, C.A. p. 260-264.
- Gall, S.C., Thompson, R.C., 2015. The impact of debris on marine life. *Mar. Pollut. Bull.* doi:10.1016/j.marpolbul.2014.12.041
- George, R. H. 1996. Health problems and diseases of sea Turtle. In: Lutz, P. L.; Musick J. A. (Ed.). *The biology of sea turtles*. Boca Raton: CRC Press. p. 363-385.
- Geraci, J.R., Lounsbury, V.J., 1993. *Marine Mammals Ashore. A Field Guide for Strandings*. Texas A&M University Sea Grant Publication TAMU-SG-93-601.
- Guimarães S. M., Tavares D.C., Monteiro-Neto C. 2018. Incidental capture of sea turtles by industrial bottom trawl fishery in the Tropical South-western Atlantic. *J Mar Biol Assoc UK* 98: 1525–1531
- Gratiot, N., Gratiot, J., Kelle, L., Thoisy, B. 2006. Estimation of the nesting season of marine turtles from incomplete data: statistical adjustment of a sinusoidal function. *Animal Conservation*, v. 9, p. 95 -102.
- Greenblatt, R.J.; Quackenbush, S.L.; Casey, R.N.; Rovnak, J.; Balazs, G.H.; Work, T.M.; Casey, J.W.; Sutton, C.A. 2006. Genomic variation of the fibropapilloma associated marine turtle

herpesvirus across seven geographic areas and three host species. *Journal of Virology*, Washington, v. 79, n. 2, p. 1125-1132.

Gregory, M. R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings - entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions Royal Society B: Biological Science*, London, v. 364, p. 2013-2025.

Groombridge, B., e R. Luxmoore. 1989. *The Green Turtle and Hawksbill (Reptilia: Cheloniidae): World Status, Exploitation and trade*. Secretaria of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, Lausanne, Switzerland, 601pp.

Hamann, M.; Godfrey, M. H.; Seminoff, J. A.; Arthur, K.; Barata, P.C. R.; Bjorndal, K. A.; Bolten, A. B.; Broderick, A. C.; Campbell, L. M.; Carreras, C.; Casale, P.; Chaloupka, M.; Chan, S. K. F.; Coyne, M. S.; Crowder, L. B.; Diez, C. E.; Dutton, P. H.; Epperly, S. P.; Fitzsimmons, N. N.; Formia, A.; Girondot, M.; Hays, G. C.; Ijiunn, C.; Kaska, Y.; Lewison, R.; Mortimer, J. A.; Nichols, W. J.; Reina, R. D.; Shanker, K.; Spotila, J. R.; Tomás, J.; Wallace, B. P.; Work, T. M.; Zbinden, J. & Godley, B. J. 2010. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, 11: 245-269.

Harris, C.M., Thomas, L., Falcone, E.A., Hildebrand, J., Houser, D., Kvadsheim, P.H., Lam, F.P.A., Miller, P.J.O., Moretti, D.J., Read, A.J., Slabbekoorn, H., Southall, B.L., Tyack, P.L., Wartzok, D., Janik, V.M., 2017. Marine mammals and sonar: dose–response studies, the risk-disturbance hypothesis and the role of exposure context. *J. Appl. Ecol.*, 1–9.
<http://dx.doi.org/10.1111/1365-2664.12955>.

- Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H., Godley, B.J. 2007. Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Global Change Biology*. 13(5): 923-932.
- Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H., Godley, B.J. 2009. Climate change and marine turtles. *Endangered species research*. 7: 137-154.
- Heppel, S. S., Snover, M. L. & Crowder, L. B., 2003. Sea turtle population ecology. Pages 275-298 in P. L. Lutz, J.A. Musick & J. Wyneken, editors. *The biology of sea turtles*, v.2. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Herbst, L. H. 1994. Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases*, v. 4, n. 6, p. 389–425.
- Herbst, L.H.; Klein, P.A. 1995. Green turtle fibropapillomatosis: Challenges to assessing the role of environmental cofactors. *Environmental Health Perspectives*, Washington, v. 104, suppl, 4, p. 27-30.
- Herbst, L.H.; Ene, A.; Su, M., Desalle, R.; Lenz, J. 2004. Tumor outbreaks in marine turtles are not due to recent herpesvirus mutations. *Current Biology*, London, v. 14, p. R697-R699.
- Hildebrand, J., 2009. Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 395, 5–20. <http://dx.doi.org/10.3354/meps08353>.

- Humber, F., Godley, B. J., & Broderick, A. C., 2014. So excellent a fishe: a global overview of legal marine turtle fisheries. *Diversity and Distributions*, 20(5), 579-590.
- Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade – ICMBIO. 2011. Plano de ação nacional para a conservação das tartarugas marinhas. Brasília: ICMBIO, 120 p.
- International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2021. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 august 2020.
- Janik, V.M., Sayigh, L.S., 2013. Communication in bottlenose dolphins: 50 years of signature whistle research. *J. Comp. Physiol.* 199, 479–489. <http://dx.doi.org/10.1007/s00359-013-0817-7>
- Jefferson, T. A., Leatherwood, S., and Webber, M. A. 1993. Marine mammals of the world. FAO Species Identification Guide. Food and Agriculture Organization, Rome. 320 pp.
- Laist, D.W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, in: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. Springer-Verlag, New York, pp. 99–139.
- Lavender, A., Bartol, S., Bartol, I., 2012. Hearing capabilities of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) throughout ontogeny. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life*.

- Lenhardt, M. 2002. Sea turtle auditory behavior. *J. Acoust. Soc. Am.*, 112(5):2314-2319.
- Leis, J.M., Siebeck, U., Dixon, D.L., 2011. How Nemo finds home: the neuroecology of dispersal and of population connectivity in larvae of marine fishes. *Integr. Comp. Biol.* 51, 826–843. <http://dx.doi.org/10.1093/icb/icr004>.
- Loebmann, D.; Legat, J. F. A.; Puchnick-Legat, A; Camargo, R. C. R. de; Erthal, S.; Severo, M. & Góes, J. M. de. 2008. *Dermochelys coriacea* (Leatherback Sea Turtle) Nesting. *Herpetological Review* 39 (1) p. 81.
- Lopez, G. G., Saliés, E. C., Lara, P. H., Tognin, F., Marcovaldi, M. A., Serafini, T. Z. 2015. Coastal development at sea turtles nesting ground: Efforts to establish a tool for supporting conservation and coastal management in northeastern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, Volume 116, p 270-276. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.07.027>.
- López-Mendilaharsu, M., Giffoni, B., Monteiro, D., Prosdocimi, L., Vélez-Rubio, G. M., Fallabrino, A., Estrades, A. et al. 2020. Multiple-threats analysis for loggerhead sea turtles in the southwest Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*, 41: 183–196.
- Loureiro, N. S. & M. M. F. Torrão, 2008. Homens e tartarugas marinhas. Seis séculos de história e histórias nas ilhas de Cabo Verde. *Anais de História de Além Mar* 9: 37-78.
- Lucchetti, A., & Sala, A. 2010. An overview of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) bycatch and technical mitigation measures in the Mediterranean Sea. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20, 141–161. <https://doi.org/10.1007/s11160-009-9126-1>

- Lutcavage, M. E., Plotkin, P., Witherington, B. & Lutz, P. L. 1997. Human impacts on sea turtle survival, p. 387-409. In: Lutz, P.L. & Musick, J.A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press.
- Macedo, G. R., Pires, T. T., Rostán, G., Goldberg, D. W., Leal, D. C., Garcez Neto, A. F., & Franke, C. R. 2011. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil. *Ciência Rural*, v. 41, n. 11, 1938-1941.
- Marco, A.; da Graça, J.; García-Cerdá, R.; Abella, E.; Freitas, R. 2015. Patterns and intensity of ghost crab predation on the nests of an important endangered loggerhead turtle population. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 468, 74-82.
- Martin, K. J., Alessi, S. C., Gaspard, J. C., Tucker, A. D., Bauer, G. B., Mann, D. A., 2012. Underwater hearing in the loggerhead turtle (*Caretta caretta*): a comparison of behavioral and auditory evoked potential audiograms. *J. Exp. Biol.* 215, 3001–3009.
<http://dx.doi.org/10.1242/jeb.066324>.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.-N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J., McCabe, K., 2000. Marine seismic surveys: a study of environmental implications. *APPEA* 692–708.
- Miller, J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. in: Lutz, P.L., Musick, J.A., Editors. *The Biology of sea turtles*. Florida: CrC Press. v. 1. p. 51-81.

- Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2018. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA.
- Miranda, J. P., Costa, J.C.L., Rocha, C.F.D. 2012. Reptiles from Lençóis Maranhenses National Park, Maranhão, northeastern Brazil. *ZooKeys* 246: 51–68 (2012) doi: 10.3897/zookeys.246.2593
- Moore, E.; Lyday, S.; Roletto, J.; Litle, K.; Parrish, J. K.; Nevins, H.; Harvey, J.; Mortenson, J.; Greig, D.; Piazza, M.; Hermance, A.; Lee, D.; Adams, D.; Allen, S.; Kell, S. 2009. Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the north-west coast of the United States 2001–2005. *Mar. Pollut. Bull.* v. 58, p. 1048–1051.
- Morreale S. J., Ruiz G. J., Spotila J. R., Standora E. A. 1982. Temperature-dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles. *Science* 216:1245-1247.
- Muehe, D., 2012. Geomorfologia Costeira. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. – 11^a ed. – Rio de Janeiro: Betrand Brasil.
- Musick, J. A. 1999. *Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long-Lived Marine Animals*. American Fisheries Society, Bethesda, DC.
- Nero, R. W., Cook, M., Coleman, A. T., Solangi, M., and Hardy, R. 2013. Using an ocean model to predict likely drift tracks of sea turtle carcasses in the north central Gulf of Mexico. *Endanger. Species Res.* 21, 191–203. doi: 10.3354/esr00516

- Norton, T.M.; Jacobson, E.R.; Sunberg, J.P. 1990. Cutaneous fibropapilloma and renal mixofibroma in a green turtle, *Chelonia mydas*. *Journal of Wildlife Diseases*, Ames, v. 26, p.265-270.
- Oravetz, C.A. 1999. Reducing incidental catch in fisheries. in: Eckert, K.L., K.A. Bjorndal, F. A. Abreu-grobois e M. Donnelly (Eds.). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication. Pg 189-193.
- Parente, C.L., Lontra, J.D., Araújo, M.E., 2006. Occurrence of sea turtles during seismic surveys in Northeastern Brazil. *Biota Neotrop*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000100004>.
- Parsons, E., Dolman, S., Jasny, M., Rose, N. A., Simmonds, M. P., Wright, A. J. 2009. A critique of the UK's JNCC seismic survey guidelines for minimising acoustic disturbance to marine mammals: best practise? *Mar. Pollut. Bull.* 58, 643–651. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.02.024>.
- Pendoley, K., 1997. Sea turtles and management of marine seismic programs in Western Australia. *PESA J.* 25, 8–16.
- Piniak, W., Mann, D., Eckert, S.A., Harms, C.A., 2012b. Amphibious hearing in sea turtles. In: Popper, A.N., Hawkins, A.D. (Eds.), *The Effects of Noise on Aquatic Life*, pp. 83–87 <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-7311-5>.

Poloczanska, E.S.; Limpus, C.J. & Hays, G.C. 2009. Vulnerability of marine turtles to climate change. *Advances in Marine Biology*, 56: 151-211.

Pupo, M. M.; Soto, J. M. R. E Hanazaki, N. 2006. Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, [S.I.], vol 18, n 4, pág 63-72.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Viena, Áustria, ISBN 3-900051-07-0.

Rees, A. F., Alfaro-Shigueto, J., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Bourjea, J., Broderick, A. C. et al. 2016. Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles? *Endangered Species Research*, 31:337–382.

<https://doi.org/10.3354/esr00801>

Reis, E.C., C.S. Pereira, D.P. Rodrigues, H.K.C. Secco, L.M. Lima, B. Rennó, e S. Siciliano. 2010. Condição de saúde de tartarugas marinhas do litoral centronortedo Estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a presença e presença de agentes bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos. *Oecologia Australis* 14:756-765.

Reis, E.C.; Goldberg, D.W. 2017. Pesquisa e conservação de tartarugas-marinhas no Brasil e as recentes contribuições da telemetria e da genética. In: Reis, E.C., Curbelo-Fernandez, M.P. Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, v. 7. p. 91-120.

- Ribeiro, A.B.N.; Barreto, L.; Ribeiro, L.E.S.; Azevedo, R.R. 2014. Conservation aspects of sea turtles in Maranhao island, Sao Luis, Brazil. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 874-878.
- Ridgway, S.H., Wever, E.G., McCormick, J.G., Palin, J., Anderson, J.H., 1969. Hearing in the giant sea turtle, *Chelonia mydas*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 884–890.
- Rios, L. 2001. Estudos de geografia do Maranhão. 3ª Edição. São Luís. Gráphis Editora.
- Roberts AM, Gabriel G, Robinson J., 1999. Dying to heal: The use of animals in traditional medicine. *Animals Agenda* 19:30-31.
- Sales, G.; Giffoni, B. B.; Fiedler, F. N.; Azevedo, V. G.; Kotas, J. E.; Swimmer, Y.; Bugoni, L. 2010. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Hoboken, v. 20, p. 428-436.
- Santos, M. C. F., Pereira, J. A., Ivo, C. T. C. 2006. A pesca do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Crustacea , decapoda, penaeidae) no nordeste do Brasil. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, v. 14, n. 1, p. 33-58.
- Santos, R. G. Dos; Martins, A. S.; Torezani, E.; Baptistotte, C.; Farias, J. Da N.; Horta, P. A.; Work, T. M.; Balazs, G. H. 2010. Relationship between fibropapillomatosis and environmental quality: A case study with *Chelonia mydas* off Brazil. *Diseases of Aquatic Organisms*, v. 89, n. 1, p. 87–95.

Santos, A.S., Almeida, A.P., Santos, A.J.B., Gallo, B., Giffoni, B., Baptistotte, C., Coelho, C.A., Lima, E.H.S.M., Sales, G., Lopez, G.G., Stahelin, G., Becker, H., Castilhos, J.C., Thomé, J.C.S.A., Wanderlinde, J., Marcovaldi, M.A., López-Mendilaharsu, M.M., Damasceno, M.T., Barata, P.C.R., Sforza, R. 2011. Plano de ação Nacional para a Conservação das tartarugas Marinhas. in: Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Sales, G., editores. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. Série Espécies ameaçadas, 25.

Santos, R. G.; Martins, A. S.; da Nobrega Farias, J.; Horta, P. A.; Pinheiro, H. T.; Torezani, E.; Baptistotte, C.; Seminoff, J. A.; Balazs, G. H.; Work, T. M. 2011. Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 62(6), 1297-1302.

Santos, R. G.; Andrades, R.; Boldrini M, A.; Martins, A. S. 2015. Debris ingestion by juvenile marine turtles: As underestimated problem. *Marine Pollution Bulletin*, v. 93, p. 37-43.

Santos, R. G.; Pinheiro, H. T.; Martins, A. S.; Riul, P.; Bruno, S. C.; Janzen, F. J.; Ioannou, C. C. 2016. The anti-predator role of within-nest emergence synchrony in sea turtle hatchlings. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1834), 20160697.

Santos, B. S., Kaplan, D. M., Friedrichs, M. A., Barco, S. G., Mansfield, K. L., and Manning, J. P. 2018. Consequences of drift and carcass decomposition for estimating sea turtle mortality hotspots. *Ecological Indicators*, 84: 319–336.

Santos, E. A. P., Silva, A., Sforza, R., Oliveira, F. L. C., Weber, M. I., Castilhos, J. C., López-Mendilaharsu, M. et al. 2019. Olive Ridley inter-nesting and post-nesting movements along the Brazilian coast and Atlantic Ocean. *Endangered Species Research*, 40:149–162.

Schuyler, Q.; Hardesty, B.D.; Wilcox, C. & Townsend, K. 2012. To Eat or Not to Eat? Debris Selectivity by Marine Turtles. PLoS ONE 7(7):0040884.

Schuyler, Q., Hardesty, B., Wilcox, C., Townsend, K. 2013. Global Analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. Conservation Biology. 28(1): 129-139.

Schuyler, Q.; Wilcox, C.; Townsend, K.; Hardesty, B. D. & Marshall, N. J. 2014. Mistaken identity? Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. BMC Ecology 14:14.

Silva, A. C. C. D., Castilhos, J. C., Santos, E. A. P., Brondízio, L. S. e Bugoni, L. 2010. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. Ocean and Coastal Management, Oxford, v. 53, p. 570-576.

doi: 10.1016/j.ocecoaman.2010.06.016

Silva, A. C. C. D.; Santos, E. A. P.; Oliveira, F. L. C.; Weber, M. I.; Batista, J. A. F.; Serafini, T. Z. & De Castilhos, J. C. 2011. Satellite-tracking reveals multiple foraging strategies and threats for olive ridley turtles in Brazil. Marine Ecology Progress Series, 443: 237-247.

doi:10.3354/meps09427.

Silva, H. N.; Karam, V. A. 2012. Elementos para a integração da gestão de bacias hidrográficas e da zona costeira. Revista Jurídica. v.2, no 29. p. 111-133.

Simmonds, M.P., Dolman, S.J., Jasny, M., Parsons, E.C.M., Weilgart, L., Wright, A.J., Leaper, R., 2014. Marine noise pollution – increasing recognition but need for more practical action. *J. Ocean Technol.* 9, 71–90.

Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., Popper, A.N., 2010. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends Ecol. Evol.* 25, 419–427. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005>.

Smith, C.B., Kennett D.J., Wake T.A., Voorhies E.B., 2007. Prehistoric sea turtle hunting on the Pacific coast of Mexico. *Journal of Island & Coastal Archaeology*, 2, pp. 231-235.

Stancyk S. E. 1995. Non-Human predators of sea turtles and their control. In: *Biology and conservation of sea turtles*, ed. K. A. Bjorndal, Smithsonian Institution Press, Washington DC, 139-152.

Stone, C.J., Tasker, M.L., 2006. The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *J. Cetac. Res. Manage.* 8, 255–263.

Thompson L., 1940. *Southern Lau, Fiji: an ethnography*. Bishop Museum Press, Honolulu.

Thompson, R.C., S.H. Swan, C.J Moore, e F.S. Vom Saal. 2009. Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 364:1973-1976.


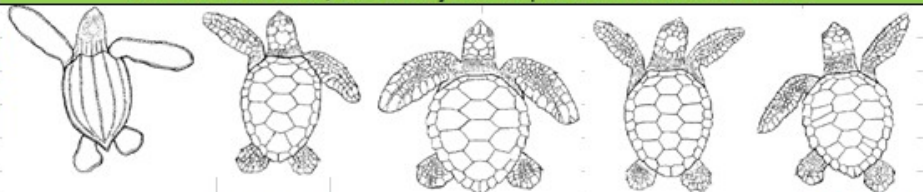
- Torezani, E., Baptistotte, C., Mendes, S. L. & Barata, P. C. R. 2010. Juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in the effluent discharge channel of a steel plant, Espirito Santo, Brazil, 2000-2006. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90: 233-246.
- Van Houtan, K.S.; Hargrove, S.K.; Balazs, G.H. 2010. Land Use, Macroalgae, and a Tumor-Forming Disease in Marine Turtles. *PLoS One*, San Francisco, v. 5, n. 9, Sept., p. 1-9.
- Wallace, B. P., Dimatteo, A. D., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., Hutchinson, B. J., Abreu-Grobois, F. A., ... & Mast, R. B. 2011. Global conservation priorities for marine turtles. *PLoS One*, vol 6, n 9, e24510.
- Wallace, B. P., Kot, C. Y., Dimatteo, A. D., Lee, T., Crowder, L. B., E Lewison, R. L. 2013. Impacts of fisheries bycatch on marine turtle populations worldwide: toward conservation and research priorities. *Ecosphere*, vol 4, n3, art40.
- Watkins, E., ten Brink, P., Mutafoglu, K., Withana, S., Schweitzer, J-P., Russi, D., Kettunen, M. and Gitti, G. 2016. Marine litter: Socioeconomic study. A report by IEEP for UNEP.
- Weir, C., 2007. Observations of marine turtles in relation to seismic airgun sound off Angola. *Mar. Turt. Newsl.* 116, 17–20.
- Weishampell J. F., Bagley D. A., Ehrhart L. M. 2004. Earlier nesting by loggerhead sea turtles following sea surface warming. *Global Change Biology* 10: 1424-1427.

- Wilcox, C.; Puckridge, M.; Schuyler, Q. A.; Townsend, K.; Hardesty, B. D. 2018. A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion. *Scientific Reports*, London, v. 8, art. 12536.
- Wildermann, N. E., Gredzens, C., Avens, L., Barrios-Garrido, H. A., Bell, I., Blumenthal, J., Bolten, A. B. et al. 2018. Informing research priorities for immature sea turtles through expert elicitation. *Endangered Species Research*, 37: 55–76.
- Witherington B., Hiramama S., Hardy R. 2012. Young sea turtles of the pelagic Sargassum dominated drift community: habitat use, population density, and threats. *Mar Ecol Prog Ser* 463:1–22
- Work, T.M.; Balazs, G.H. 1999. Relating tumor score to hematology in green turtles with fibropapillomatosis in Hawaii. *Journal of Wildlife Diseases*, Ames, v. 35, p. 804-807.
- Work, T.M., Balazs, G.H.; Wolcott, M.; Morris, R. 2001. Bacteremia in free-ranging Hawaiian green turtles *Chelonia mydas* with fibropapillomatosis. *Diseases of Aquatic Organisms*, Ameltinghausen, v. 53, p. 41-46.
- Work, T.M.; Dagenais, J.; Balazs, G.H.; Schumacher, J.; Lewis, T.D; Leong, J.C.; Casey, R.N.; Casey, J.W. 2009. In vitro biology of fibropapilloma-associated turtle herpesvirus and host cells in Hawaiian green turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of General Virology*, London, v. 90, p. 1943-1950.

Wyneken, J. 2001. The anatomy of sea turtles. Miami: National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 470.

Wyneken, J. 2003. The external Morphology, Muscoskeletal System, and Neuro-Anatomy of Sea turtles, p. 39-77. In Lutz, P.L., Musick, J. A., and Wyneken, J. (eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Taton, London, New York and Washington D.C.

ANEXO 1

 QUEAMAR <small>QUELÔNIOS AQUÁTICOS DO MARANHÃO</small>		ACOMPANHAMENTO DE ENCALHE DE TARTARUGAS MARINHAS							Identificação:	
									Data:	
									Local:	
Espécie		Animal encontrado, identificação da espécie e marcas encontradas							Hora:	
Sexo		 Dermochelys coriacea Eretimochelys imbricata Chelonia mydas Caretta caretta Lepidochelys olivacea							Latitude (S)	
									Longitude (W)	
Biometria									Pesquisador	
CCC	LCC								Responsável:	
Peso:									Vento (direção e velocidade)	
Estado de conservação		Observações, resumos dos procedimentos em campo e procedimentos veterinários (resumir como o animal foi encontrado e os procedimentos adotados)							Estado do Mar	
Cod 1 ()	vivo								Visibilidade	
Cod 2 ()	recém morto								<input type="checkbox"/> Calmo <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Crespo <input type="checkbox"/> Moderada	
Cod 3 ()	moderadamente decomposto								<input type="checkbox"/> Agitado <input type="checkbox"/> Fraca	
Cod 4 ()	decomposição avançada								<input type="checkbox"/> Forte Cobertura do céu	
Cod 5 ()	mumificado ou apenas restos de ossos	Coleta de material biológico	Registro fotográfico	Necrópsia	Fibropapiloma	Exames	Interação com pesca	Destinação	Procedência da informação:	Outro tipo de material coletado: <input type="checkbox"/> Aberto
		<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			<input type="checkbox"/> Parcialmente encoberto
									<input type="checkbox"/> Encoberto	
Causa mortis:										
Achados de necrópsia:										

ANEXO 2 - Herpetological Conservation and Biology

HERPETOLOGICAL CONSERVATION AND BIOLOGY**INSTRUÇÃO PARA AUTORES****The Manuscript**

The whole manuscript must be double-spaced; this includes tables, table and figure headings, and the Literature Cited section. Use Times New Roman and a font size of 12, including figures (axis labels) and tables. Text should be left justified. Do not right-justify any portion of the manuscript. All manuscript pages are to be consecutively numbered at the bottom center of each page. Prospective authors are encouraged to consult recently published Herpetological Conservation and Biology articles for style. Manuscripts that do not follow closely the style guidelines and format set forth herein will be returned to the corresponding author without review.

Short title.—Provide a short title (i.e., maximum 60 characters including spaces) to be used as a running header.

Title. — Be brief yet informative. Titles should convey the focus of the investigation and preferably include the scientific name(s) of the species studied. Although Herpetological Conservation and Biology prefers that common and binomial scientific names for North American species follow Crother et al. (2017), authors may choose to use alternative taxonomic designations. Scientific names should be in italics. The first letter of each word composing a specific common name should be capitalized (e.g., American Crocodile, Pygmy Short-horned Lizard, and Timber Rattlesnake), but not when referring to the group (e.g., painted turtles, garter snakes, or spadefoot toads). Titles should be centered, 16 point font, bolded, and in large and small capitals Times New Roman font (see this title on first page).

Abstract.—An abstract is required for all manuscripts. It should be a concise summary of the objectives of the manuscript, results, and conclusions written in layman's terms (i.e., avoid all technical jargon so as to be easily understood by the public and press). The abstract text should be bolded, begin with “Abstract.—” in boldface italics, and should not exceed 250 words.

Key Words.— A maximum of eight key words should reflect the main aspects of the investigation. Key words should not include words already used in the title. Please note that short phrases or names such as “Eastern Garter Snake” would count as one key word. The title or keywords should include the common and scientific names of the amphibians and/or reptiles studied as well as the primary topics of the investigation. Key words should be listed in alphabetical order, in plain font, and separated by semicolons. They should form a new paragraph that follows immediately after the Abstract. The heading should be two words, in italics (but not bolded), and followed by a period and em dash (—).

Format as shown:

Key Words.— amphibians; biology; conservation; international; journal; reptiles; research; success

Text.— Each research manuscript should be composed of the following sections. The first page should be composed of: Short Title, title (no heading callout), Abstract, and Key Words. Subsequent pages should have the following sections: INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, Acknowledgments, LITERATURE CITED, Tables, Figures, Author Photographs and Biosketches, and, if applicable, Appendices. HerpSpectives and other contributions may have fewer categories, as needed. The preceding major section headings should be in small caps, boldface, and centered. The Short Title, Abstract, Key Words, and Acknowledgments should be lower case, italicized, and followed by a period and em dash. Acknowledgments should also be indented by 0.33 cm (0.13 inches). Section sub-headings should begin a new paragraph after a space, boldface, italicized as shown below:

Study site.—Our study site was located on Salado Creek, Independence County, Arkansas, USA. This lowland creek is characterized by its turbid waters and lack of a floodplain...

In-text citations should be in chronological order and separated by a semicolon (e.g., Iverson 1991; McCallum and Trauth 2000; Steen et al. In press). Citations published in the same year should then be alphabetical for that year (e.g., Gibbons 1991; Iverson 1991). Multiple papers by the same author(s) should be cited by chronologically listing the years, separated by a comma (e.g., Gibbons 1983, 1990). Do not include a comma between the author and year of publication. Equipment and/or software providers that you believe deserve special mention should be cited in running text (e.g., Holohil Systems Ltd., Carp, Ontario, Canada; SPSS Inc., Chicago, Illinois,

USA). Numbered lists should be as follows: (1) more than two items long; (2) have semi-colons between items; and (3) have parentheses on both sides of the numbers. Authors should verify that there are exactly two spaces between all sentences. There are no sentences in the Literature Cited; therefore, nothing should be separated by two spaces in this section.

INTRODUCTION

The Introduction should not be exhaustive; rather it should acquaint the reader with the present state of knowledge through the judicious use of relevant citations. A more complete argument within the framework of published knowledge should be included in the Discussion. In most cases, five citations are sufficient to make a point; alternatively, authors may cite a single review article or an example (e.g., Plummer 1979). Next, authors should state the significance of their work (i.e., how the manuscript addresses a void in the present state of knowledge). Lastly, the introduction should end with a clear statement of the specific objective(s) of the study. In some cases, these would include the specific hypotheses tested.

MATERIALS AND METHODS

This section should provide a level of detail sufficient to ensure future repeating of the study. If particularly lengthy, such information can be provided as an appendix. Descriptions of study sites belong in this section. Precise locality data such as latitude and longitude for Special Concern, Threatened, or Endangered species should not be included in the manuscript. Instead, these data should be deposited at an established museum or secure institution that is referenced in the text. Dates in running text should be formatted as 29 March 2006. Units of time such as year, month, day, hour, minute, and second should be abbreviated as y, mo, d, h, min, and s, respectively. Use the 24-hour system to specify a given time (e.g., 0956, 1645); please note the absence of colons and units.

RESULTS

The results section should include neither raw data nor interpretations or conclusions. Authors should strive to summarize data using statistics, tables, and/or figures. Statistical results should be presented in the following format: ($Z = 1.395$, $df = 3$, $P = 0.040$). Capitalize and italicize statistical test statistics except those that require lower-case and use subscript where appropriate (e.g., t-test or Pearson's correlation; $t = 2.453$, $df = 4.5$, $P = 0.031$ or $r = 0.13$, $t = 3.142$, $P < 0.001$).

Do not capitalize or italicize degrees of freedom. Mean plus or minus Standard Deviation or Standard Error (range) should be reported as: mean SVL = 14.3 ± (SE) 1.6 mm (range, 12.2–16.5 mm) with sample sizes presented as n = 25. Separate number ranges with an en dash and make sure all significant figures are consistently detailed across reports. Standard error and standard deviation need to be identified in the text and should be represented without periods as SE and SD, respectively. Use Arabic numerals to number sequentially each table and figure. Use Times Roman font for all lettering and numerals and axes must be black. Self-explanatory captions should accompany each table and figure and should be capable of standing alone without the accompanying text. Include species common and scientific names and location of study in captions, if appropriate. Such detailed captions are placed at the top of the table(s); whereas, those for figures should be placed below the appropriate figure(s). There is no need to list them sequentially on a separate page that precedes the figures. Footnotes may be used sparingly for tables; although they are not permitted elsewhere in the manuscript. Figures containing histograms, pie charts, line graphs, etc. must have legible text when reduced to the appropriate width for the material, which is often one published column wide. Check your figure(s) prior to submission to ensure that they are of sufficient clarity at the journal size by selecting the graph/photo in MSWord, selecting the Format tab, then in the Size box change the width to the recommended size; single column figures should be approximately 80 mm (3.18 inches) whereas double column figures should not exceed 165 mm (6.5 inches). Photographs may be in color or black and white. Multiple graphs or photographs submitted as one figure should be laid out and formatted by the authors and saved and inserted into the manuscript as one image, with letters A, B, C, D, etc. used to reference to them in the figure caption. Figures should be high-resolution (but not to exceed 2 MB) .png, .tif, or .jpg files embedded within the manuscript submitted for consideration; see additional details below. Maps should include a legend, scalebar, and cardinal direction indicator. Maps are figures and should include data source information in the caption.

DISCUSSION

An ideal Discussion interprets the relevance of data presented in Results and is a logical conclusion to the Introduction. Authors should strive for the truth rather than present biased discussions in favor of a preferred theory. A discussion should present both sides of an argument and draw upon all relevant publications. Speculative statements that go beyond the scope of a given investigation are strongly discouraged. Still, authors should strive to interpret results that exhibit no clear trend or that contradict their initial suppositions. Authors should indicate aspects of studies

that would benefit from further research. For articles with implications for conservation or resource management, these should be stated.

Acknowledgments.—These should appear in the last paragraph prior to the Literature Cited section. The section heading should be indented, italicized, and followed by a period and em dash. Authors should acknowledge full names of individuals and organizations that contributed materially or financially to the project. Also, colleagues that contributed to only one or two of the aforementioned phases of a research project should be acknowledged using full names. Authors should not acknowledge editorial staff or anonymous peer reviewers. Where applicable, Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) protocol and/or research permit numbers must be stated here. Be direct. For example, for the current work: We thank David Bradford, Robert Brodman, R. Bruce Bury, Andrea Currylow, Sean Doody, Andrew Walde, Malcolm L. McCallum, Brian Miller, Nancy Karraker, Brian Smith, Stan Trauth, and Elizabeth Walton for reviewing drafts of this manuscript and pointing out errors and/or omissions. Please do not abbreviate first names.

LITERATURE CITED

Authors should strictly adhere to the citation formats presented below; otherwise, authors demonstrate a lack of attention to detail and expose themselves to increased scrutiny by editors and peer-reviewers. Likewise, authors should verify that the Literature Cited section contains all in-text citations and viceversa. This section should be formatted such that there are no empty lines between references and the first line should be left justified with all other lines hanging by 0.33 cm (0.13 inches). Note that there should be only one space between elements of a given citation (e.g., between date and title, title and journal name) and no spaces between author initials. In citation titles, the first word following a colon should only be capitalized if it begins a complete sentence or is in a book title. Authors using bibliographic software (e.g., EndNote, Zotero, Mendeley, or Sente) should remove all bibliographic formatting from the manuscript prior to submission as editors and reviewers cannot edit or make comments in the Literature Cited section when program codes are present. Failure to remove this formatting will result in manuscripts being returned without review.

Conference abstracts and submitted manuscripts that are not yet accepted should not be cited. Personal communications, as well as unpublished and non peer-reviewed reports, should be cited sparingly in running text rather than be included within the Literature Cited section (e.g., David Germano, pers. comm.; Patrick Gregory, pers. obs.; Raymond Saumure et al., unpubl. report; Ray Ashton, unpubl. data). Authors should not cite their own unpublished reports; rather, they are

encouraged to summarize the information or place it within an appendix. Alternatively, authors may submit such pertinent data in manuscript form to Herpetological Conservation and Biology.

Websites are to be cited sparingly in running text using the following format: (Iowa Natural Resource Commission. 2009. Chapter 77: Endangered and Threatened Plant and Animal Species. Available from <https://www.legis.iowa.gov/docs/ACO/chapter/571.77.pdf> [Accessed 24 October 2018]). If a particular website is cited more than once, please abbreviate to (Iowa Natural Resource Commission. 2009. op. cit.) for all subsequent citations. Please ensure all hyperlinks work prior to submittal. There are two exceptions to web sites that must be cited in the text: those citing the International Union for Conservation of Nature (IUCN) and citations pertaining to the R statistical package. Because of the ubiquity of these web sites, we want them cited in Literature Cited (see below).

Order of citations is alphabetical and then chronological. For citations with the same first author, the order is single author, two authors, then three or more authors. Order multi-authored papers alphabetically (see Dodd example below). Please note the use of en dashes without adjacent spaces to separate numerals, whether the numerals represent statistics or a range of page numbers. As done in text, capitalize all specific common names of species in citations. If a citation has more than 10 authors, write out the first 10 names and then use et al. List the first author by last name, followed by a comma and first initials. If more than one author, list all subsequent authors by initials and then last name, and separate each name using a comma. Use “, and” before the last author. For books, theses, dissertations, and some serials, include the country of publication. Spell out country names entirely, except USA and UK.

Other Required Formats

Tables and figures.— Authors must create tables using the Tables function in MSWord (or similar). Authors should submit low-resolution figures/images in .png, .tif, or .jpg format imbedded within the MS Word manuscript submitted for consideration. High-resolution images will be required by the Section Editor upon manuscript acceptance. Illustrations in color are accepted at no cost to the author(s) and we encourage photographs of subject animals taken by the author(s) if a good quality. Electronic manipulations and/or enhancement to original digital photographs must be disclosed in the figure title. Photographic data must also include the photographer’s full name, which should be listed as: (Photographed by John L. Behler).

Appendices.— If appendices are less than one page in length, then author biographies should precede the appendices. If, however, the appendices are more than one page, then appendices should follow author biographies. Appendices may include a variety of additional data, such as large data sets or additional illustrations (e.g., photographs, graphs, and/or maps); however, if the appendices would exceed five pages, the information should be given as Supplemental Information.

ANEXO 3 – Ocean and Coastal Research

Instrução para Autores

*Ocean and Coastal Research***General Considerations**

Manuscripts must be written in English. If English is not the author's native language or if they have no previous experience in writing scientific papers in English, a **thoroughly professional English revision is mandatory** prior to initial submission. American or British English spellings must be consistent with only one version of English used throughout the manuscript.

Upon initial submission, if the Editor-in-Chief detects the need for improvement to the English, the manuscript will return to the responsible author without further revision. The resubmission will be only accepted followed by a certificate of revision by a professional or company specialized in reviewing scientific papers. During the peer-review process, manuscripts may undergo robust modifications. Thus, we strongly recommend counting on language reviewers who are ready to invest time and effort in the final revision of the manuscript.

Manuscripts with faulty English will be rejected after two rounds of revision, even if the scientific content has been considered satisfactory.

Manuscripts that do not comply with the instructions for authors, are out of the scope of the journal, or fail to provide the basic elements of a scientific article, may be promptly rejected by the Editor-in-Chief without being submitted to the peer-review process.

Submitted manuscripts undergo a rigorous peer-review process. An Associate Editor will request at least two review reports from scientists working as closely as possible on the topic of the submitted paper. The reviewers will evaluate and classify the manuscript according to four categories: **accept, minor review, major review, or rejection**. If a review is necessary, the authors will be required to submit a new version of the manuscript, incorporating the reviewers' comments and suggestions. A rebuttal letter addressing each point raised by the reviewers will be mandatory at this stage. A second round of review may be necessary if reviewers or editors find that other changes are needed after the initial review. The manuscript will be rejected if the newly revised version does not meet the requested changes, or if the authors do not have convincing explanations for not accepting the

reviewer recommendations. Authors must be careful when reviewing their manuscript because usually a third round of review will not be granted in case the second review is unsatisfactory. The final decision on manuscript acceptance will be taken by the Editor-in-Chief, after hearing from the Associate Editor.

Before submission, follow the *EASE Guidelines for Authors and Translators*, freely available in many languages at www.ease.org.uk/publications/author-guidelines. Adherence should increase the chances of acceptance of submitted manuscripts.

These sections should appear in all manuscript types

- **Title:** The title must be inserted at the top of the page, centered; it must be concise, relevant and clearly related to the findings of the manuscript. All words in the main title should be in bold and scientific names should be italicized.
- **Running Title:** A running title summarizing the manuscript title with **up to six words** and 60 characters (including spaces) should be provided after the quotation "Running title:"
- **Author List:** Full name(s) of the author(s) should be provided just after skipping a line from the running title. When there is more than one author, names should be separated using commas (.). Do not use "and" or "&" before the last author name. At least one author should be designated as the corresponding author, which will be indicated by an asterisk. The email address and other details should be included at the end of the affiliation section, after the quotation "corresponding author". Please read the criteria to qualify for authorship above. **ORCID**[®] (*Open Researcher and Contributor ID*) identifier is mandatory for all authors.
- **Affiliations:** Skip a line from the list of the authors to insert affiliations. Affiliations for all authors should be provided and include a complete address for correspondence (complete address information including city, postal code, state/province, and country), preferably including the name of one institution the author represents before the address, which will be included in parentheses just after the name of the institution. In the case of more than one author, superscript numbers should follow each name with a different affiliation. If all authors share a sole affiliation, superscript numbers should not be used.
- **Abstract:** Abstract should be limited to **up to 300 words** and it should give a complete understanding of the manuscript, including the main objective(s) or hypothesis/hypotheses, summarized methods, key results and final/concluding remarks. Do not use subheadings in the abstract body (such as "objective" or "results"). Do not cite references.

- **Keywords (Original Articles and Reviews):** Up to **five** keywords need to be added after the Abstract. Keywords must be separated by commas. Do not include names of countries, states/provinces, seasons, abbreviations, and general terms such as "salinity". Keywords should be specific to the article and common within the subject discipline. Avoid repetition of words already appearing in the title.

Manuscript Sections

Introduction (Original Articles and Reviews):

The introduction should be concise and place the manuscript in a broader context. The text should present the current state of the knowledge in the topic related to the research, sharing the baseline information and citing key and relevant publications. The introduction should outline the significance and purpose of the work and clearly describe specific hypotheses being tested, in the last paragraph(s). Authors are free to describe their objective(s) as one or more hypotheses to be tested, or as a question to be answered, or even as an interesting/important environmental feature/phenomenon to be described. The Introduction must be straight to the point, and preferably without subheadings. Authors should keep in mind that the introduction must be comprehensible to scientists from other research areas unrelated to the topic of the manuscript.

Methods (Original Articles):

This section should be described with sufficient detail to allow others to replicate and build on published results. New methods and protocols should be described in detail while well-established methods can be briefly described and appropriately cited. We strongly recommend authors to reference the study/survey in time and space, if applicable. Authors should describe the main characteristics of the surveyed area and/or the experimental design. The description of data analyses is strongly recommended. The name and version of any relevant software or computer code relevant to the study should be cited or made available. Include any pre-registration codes. Research permits should be placed in this section whenever necessary.

Results (Original Articles):

This section must address the main results gathered from the sampling procedures, survey design and/or experimental work described in the Methods section. Authors are free to use specific subheadings to better share the most important results that support or reject their research

hypothesis or that better describe the oceanographic features being treated in the manuscript. The information in the Results section should follow the same logical presentation provided in the Methods section. Tables and figures can be used to summarize or illustrate the results. Additional data (large tables, extra figures, images, videos, etc.) can be shared as Supplementary Material in case the manuscript is accepted. Please correctly identify such material upon submission.

Discussion (Original Articles and Reviews):

The Discussion must start with a statement of the main findings, preferably in one sentence, without repeating the results. The authors must then indicate the strengths and weaknesses of their results, in perspective with other studies, and address the meaning of their findings without entering into speculative or circular reasoning. Unanswered questions and future research directions may also be mentioned. Quote tables and figures only when it is essential to draw the reader's attention to one or more important results. Authors are free to use specific and useful subheadings according to their manuscript requirements to better discuss the results.

Supplementary Materials:

Describe any supplementary material published online alongside the manuscript (figure, tables, video, spreadsheets, etc.). The name and title of each element should read: Figure S1: [*legend*], Table S1:[*legend*] etc.

Acknowledgments:

Acknowledgments must be brief, straight to the point. Funding agencies and other funding sources must be disclosed, with their respective grant number(s) if necessary. Keep the original names and acronyms of the native language of institutions and sponsors. Consider adding a brief acknowledgment to reviewers, as they may have contributed with insights and advice to improve your manuscript.

References:

Ocean and Coastal Research follows the **Harvard** style of literature referencing. For speeding up the reviewing and the publishing processes, we strongly suggest the authors use the ‘**Ocean and Coastal Research**’ style available in the reference manager freeware Zotero. The Citation Style Language (.CSL) file is also available on our webpage (www.ocr-journal.org) and also can be directly

downloaded in many reference manager software, such as Mendeley, Papers, ReadCube and others (visit <https://citationstyles.org/> for a complete list). EndNote™ users can download our citation style (.ENS) here.

It is the responsibility of the authors to double-check the list of references and their quotations in the main text. Preparing the references using appropriate software will assist in avoiding typing mistakes, duplicated references and formatting issues. Preventing such issues is important to speed up manuscript production and final publication.

Citations and References in Supplementary files are permitted if they also appear in the main text and in the reference list. The reference list is organized in alphabetical order. References to thesis, dissertations and reports are allowed as long as a valid and active URL pointing to the full text is included, along with the date of access.

Inline citations in the main text must include the author's names and year of publication in chronological order, following the '**Ocean and Coastal Research**' style.