

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS DO MAR LABOMAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

ALICE FROTA FEITOSA

ECOLOGIA ALIMENTAR E IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS
TARTARUGAS MARINHAS NO ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA

2021

ALICE FROTA FEITOSA

**ECOLOGIA ALIMENTAR E IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS
TARTARUGAS MARINHAS NO ESTADO DO CEARÁ**

Documento de dissertação submetido ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Linha de Pesquisa: Análise de impactos ambientais das regiões oceânicas e costeiras. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Gestão Costeira e Oceânica

Orientadora: Dra Carolina Vieira Feitosa

Co-Orientador: Dr. Pedro B. de Macedo Carneiro

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F336e Feitosa, Alice.
ECOLOGIA ALIMENTAR E IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS TARTARUGAS
MARINHAS NO ESTADO DO CEARÁ / Alice Feitosa. – 2019.
93 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profª. Dra. Caroline Vieira Feitosa.

Coorientação: Prof. Dr. Pedro B. de Macedo Carneiro.

1. Quelônios. 2. Espécies Ameaçadas. 3. Debris antropogênicos. 4. Conservação Biológica. I. Título.
CDD 551.46

ALICE FROTA FEITOSA

**ECOLOGIA ALIMENTAR E IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS
TARTARUGAS MARINHAS NO ESTADO DO CEARÁ**

Documento de dissertação submetido ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais (PPGCMT) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Linha de Pesquisa: Análise de impactos ambientais das regiões oceânicas e costeiras. Área de Concentração: Ciência, Tecnologia e Gestão Costeira e Oceânica

Aprovada em: __ / __ / ____

BANCA EXAMINADORA

Dra Caroline Vieira Feitosa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Carmina Sandra Brito Salmito Vanderley
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Dr Vicente Vieira Faria
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr Daniel Cassiano Lima
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

FORTALEZA

2021

Dedico a

Gaya, minha Terra e inspiração.

Aos meus pais, Lúcia e Dailo, que com carinho e dedicação me direcionaram a experimentar os caminhos que eu considerasse corretos, por mais que fossem diversos.

Ao meu irmão Davi, que tem sido, para mim, um eterno livro de aprendizado.

RESUMO

As tartarugas marinhas são um táxon considerado cosmopolita, possuindo um ciclo de vida complexo. Das sete espécies registradas mundialmente, cinco ocorrem no Brasil: tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), onde buscam áreas de alimentação, reprodução e desova. A diminuição da densidade demográfica das cinco espécies brasileiras é um fator preocupante para sua conservação, uma vez que todas as espécies estão em risco de extinção. O encalhe desses animais nas praias cearenses, com suspeita de ingestão de lixo ou interação danosa com artes de pesca, é ainda um registro comum. Em vista disso, a presente pesquisa tem como objetivo definir e tipificar a alimentação de tartarugas marinhas no Ceará (Capítulo 1), identificar e tipificar a ingestão de resíduos antropogênicos, além de registrar e investigar as motivações de encalhes desses espécimes nas praias do estado do Ceará (Capítulo 2). A análise do conteúdo gastrointestinal foi utilizada como meio de investigação dos itens alimentares. As coletas foram realizadas entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020, totalizando 25 amostras, sendo apenas 18 necropsiadas. Desse total, 20 pertenciam à espécie *C. mydas* (15 jovens e 5 adultas, sendo 10 fêmeas, 8 sem sexo definido e apenas dois machos), dois *L. olivacea* (Fêmeas adultas) e três *E. imbricata* (fêmeas, duas jovens e uma adulta). Após a análise dos itens alimentares, foram identificados 58 grupos taxonômicos, sendo 12 filos, 15 classes, 24 gêneros e 22 espécies. Não houve registro de nenhum item alimentar que não tenha sido registrado previamente no litoral do Ceará. Ademais, 22 ingeriram algum tipo de resíduo sólido (RS) e três tiveram interação com artes de pesca. Ressalta-se ainda que em novembro/2019 o derramamento de óleo foi noticiado com um dos maiores desastres ambientais do país, e, das 25 amostras, 17 espécimes foram afetados, sendo possível associar essa ingestão à *causa mortis* nos animais que puderam ser necropsiados. A pesquisa e suas metodologias foram realizadas mediante uma Licença emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), de número 53083-8.

Palavras-chave: Quelônios, Espécies Ameaçadas, Conservação Biológica, Debris antropogênicos

ABSTRACT

Sea turtles are migratory and cosmopolitan species, with a complex life cycle and only seven species in the world. Of the seven species recorded worldwide, five occur in Brazil: loggerhead turtle (*Caretta caretta*), hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*), green turtle (*Chelonia mydas*), olive turtle (*Lepidochelys olivacea*) and leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) for breeding and feeding purposes. Due to the drastic reduction of sea turtles over the last decades, the threat to populations of Brazilian species is alarming, with all species at risk of extinction. It is still a common scenario to stranding on Ceará's beaches with suspicion of ingestion of garbage or harmful interaction with fishing gear, most of the time, of dead turtles. In view of this, this research aims to define and typify the feeding of sea turtles in Ceará, focusing on garbage ingestion, in addition to recording and investigating the motivations for stranding these specimens on the beaches of the state of Ceará. Gastrointestinal content analysis was used as a means of investigating food items. Collections were performed between February 2019 and September 2020, totaling 25 samples, with only 18 necropsied. Of this total, 20 belonged to the species *C. mydas* (15 young and 5 adults, 10 females, 8 without a defined sex and only two males), two *L. olivacea* (adult females) and three *E. imbricata* (female, two young and one adult). As a result, 22 ingested some type of solid waste (SR) and three had interaction with fishing gear. It is also noteworthy that in November/2019 the oil spill was reported as one of the biggest environmental disasters in the country, and, of the 25 samples, 17 specimens were affected, and it is possible to associate this ingestion with the cause of death in animals that could be necropsied. After analyzing the food items, 58 taxonomic groups were identified, being 12 phyla, 15 classes, 24 genera and 22 species (Table 03). There was no record of any food item that had not been previously registered on the coast of Ceará. The research and its methodologies were carried out with authorization via a License issued by the Biodiversity Information and Authorization System (SISBIO), number 53083-8.

Keywords: Chelonians, Endangered Species, Biological Conservation, Anthropogenic Debris

LISTA DE IMAGENS

- Figura 1- Área de amostragem de tartarugas marinhas ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021. 29
- Figura 2 - Resíduos sólidos e itens alimentares encontrados nos Tratos gastrointestinais dos espécimes de *C. mydas* amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2020. 33
- Figura 3- Frequência de ocorrência (FO%) dos itens mais ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* jovens (A) e adultos (B) amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021. 34
- Figura 4 - Valores dos índices de importância alimentar (IIA) referentes aos itens mais ingeridos pelos indivíduos de *E. imbricata* adultos (A) e jovens (B) amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021. 36
- Figura 5 -Valores dos índices de importância alimentar (IIA) referentes aos itens mais ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* adulta (A) e jovens (B) amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021. 37
- Figura 6- Frequência de ocorrência (FO%) dos itens ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* adultos nos períodos seco e chuvoso ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021. 38
- Figura 7- Frequência de ocorrência (FO%) dos itens ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* jovens nos períodos seco e chuvoso ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021. 39

Figura 8 - Resíduos plásticos e conteúdo intestinal oleados coletados do TGI de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 62

Figura 9 - Encalhes de tartarugas marinhas no litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2020. A) biometria de tartaruga verde na praia; B) necrópsia de tartaruga oliva oleada; C) Necropsia de tartaruga verde adulta. 65

Figura 10 - Abundância dos resíduos sólidos mais representativos no trato gastrointestinal das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 66

Figura 11 - Abundância dos resíduos sólidos registrados por seção do trato gastrointestinal (TGI) de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 66

Figura 12 - Resíduos sólidos encontrados nos TGIs das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 67

Figura 13 - Abundância relativa (%) dos resíduos sólidos de origem antropogênica, classificados quanto ao seu material de origem, encontrados nos tratos gastrointestinais das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 68

Figura 14 - Peso(g) de cada item ingerido, classificados quanto ao seu material de origem, p. 68

Figura 15 - Abundância dos resíduos, classificados por classes de comprimento (cm), encontrados nos tratos gastrointestinais das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 70

Figura 16 - Representação gráfica em box plot dos pesos dos resíduos sólidos registrados no trato gastrointestinal de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 71

Figura 17 - Abundância dos resíduos sólidos classificados por cores encontrados no trato gastrointestinal (TGI) de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020 72

Figura 18 - Abundância dos resíduos sólidos flexíveis e rígidos amostrados no trato gastrointestinal (TGI) tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020 72

Figura 19 - Resíduos sólidos encontrados nos TGIs das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020 73

Figura 20 - Boxplots mostrando relações entre a ingestão de lixo e as características observadas nas tartarugas marinhas encontradas encalhadas em praias do Ceará, costa nordeste do Brasil entre fevereiro de 2019 a setembro de 2020. 74

Figura 21 - Cladograma oriundo da análise de cluster realizado com o índice de similaridade de Jacard para os achados necroscópicos das tartarugas marinhas encontradas encalhadas em praias do Ceará, costa nordeste do Brasil. 77

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) associado à maturidade sexual das tartarugas marinhas no Atlântico. 30
- Tabela 2- Grupos taxonômicos encontrados nos tratos gastrointestinais de tartarugas amostradas no litoral do Ceará de fevereiro de 2019 a setembro de 2020. 32
- Tabela 3 - Publicações envolvendo dados obtidos no Brasil sobre a ingestão de resíduos sólidos por tartarugas marinhas. 59
- Tabela 4 - Número de exemplares de tartarugas marinhas amostrados no litoral do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020, com seus respectivos dados morfométricos e sexagem. 64
- Tabela 5 - Volume, peso, índice de importância alimentar e frequência de ocorrência (FO%) dos resíduos sólidos registrados nas espécies de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020. 69
- Tabela 6 - Resultado estatístico referente aos p valores resultantes do teste de correlação de Dunn para o peso das categorias de resíduos sólidos registrados nos tratos gastrointestinais de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2020. 70
- Tabela 7 - Modelo logístico relacionando a diversidade de itens alimentares presentes no esôfago (medido pelo inverso do índice de Simpson) e a probabilidade de presença de resíduos sólidos no trato digestivo de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará 75
- Tabela 8 - Análise de regressão múltipla da proporção de lixo no peso do conteúdo estomacal de tartarugas marinhas encontradas encalhadas em praias do Ceará, costa nordeste do Brasil entre fevereiro de 2019 a setembro de 2020. 75

Tabela 9 - Número de exemplares de tartarugas marinhas amostrados e separados por faixa etária, ingestão de lixo, de petróleo e interação com pesca no litoral do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.

SUMÁRIO

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 11 |
| REFERÊNCIAS | 17 |
| CAPÍTULO 1: Padrões de alimentação de tartarugas marinhas no Noroeste do Atlântico Sul | 23 |
| 1 INTRODUÇÃO | 25 |
| 2 METODOLOGIA | 27 |
| 2.1 Área de estudo | 27 |
| 2.2 Coleta de dados e amostragem | 28 |
| 2.3 Análise dos dados | 30 |
| 3 RESULTADOS | 31 |
| 4 DISCUSSÃO | 40 |
| 5 CONCLUSÃO | 42 |
| REFERÊNCIAS | 44 |
| CAPÍTULO 2: Ingestão de material inorgânico e efeitos sobre a sobrevivência da tartaruga-verde, <i>Chelonia mydas</i>, no litoral do Estado do Ceará | 52 |
| 1 INTRODUÇÃO | 55 |
| 2 METODOLOGIA | 58 |
| 2.1 Área de estudo | 58 |
| 2.2 Coleta de dados e amostragem | 59 |
| 2.3 Análise de Dados | 62 |
| 3 RESULTADOS | 63 |
| 3.1 Morfometria | 63 |
| 3.2 Ingestão de resíduos | 65 |
| 4 DISCUSSÃO | 79 |
| 5 CONCLUSÕES | 84 |
| REFERÊNCIAS | 86 |

1 INTRODUÇÃO GERAL

As tartarugas marinhas são espécies migratórias que possuem um complexo ciclo de vida e que utilizam uma grande área geográfica e múltiplos habitats. Podem ocorrer em ambientes pelágicos quando neonatos, bem como em diversas áreas costeiras nas fases juvenis e adultas (BOLTEN, 2003). Distribuem-se, amplamente, entre as bacias oceânicas, com registros desde o Ártico até a Tasmânia. No entanto, a maior parte das ocorrências reprodutivas está concentrada em regiões tropicais e subtropicais (MÁRQUEZ, 1990).

O estudo dos quelônios marinhos no Brasil, de modo mais incisivo e abrangente, iniciou-se na década de 60, com o projeto TAMAR. Atualmente, chamado TAMAR/ICMBio, instituição financiada pelo governo e que ainda mantém seus projetos de educação ambiental e monitoramento de tartarugas marinhas em seus diversos centros ao longo do litoral brasileiro (TAMAR, 2009). Desde então, múltiplos esforços, onde a tartaruga marinha vem se destacando como táxon bandeira, carismático e que atrai a simpatia e o desejo de conservação do animal em seu habitat natural têm sido projetados em diversos estados Brasileiros (SIMBERLOFF, 1998; FRAZIER, 2005).

Das sete espécies de tartarugas marinhas com distribuição mundial, cinco ocorrem no Brasil (BAPTISTOTTE, 2014): tartaruga-cabeçuda *Caretta caretta* (Linnaeus 1758), tartaruga-de-pente *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766), tartaruga-verde *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), tartaruga-oliva *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829) e tartaruga-de-couro *Dermochelys coriacea* (Vandelli 1761) para fins de reprodução e alimentação (MARCOVALDI; MARCOVALDI, 1999). Ainda de acordo com os autores supracitados, dessas, apenas uma espécie, *Dermochelys coriacea*, não ocorre no estado do Ceará com o propósito de alimentação e reprodução, mas existem registros de encalhe na região (LIMA; EVANGELISTA, 1997; BARATA *et al.*, 2004).

As espécies de tartarugas marinhas possuem preferências de habitat distintas que variam, principalmente, com seu hábito alimentar, o qual varia com sua fase de vida. As áreas de alimentação dos adultos de *Caretta caretta* localizam-se essencialmente em regiões neríticas,

enquanto os jovens podem ocupar áreas neríticas ou oceânicas (HOPKINS-MURPHY *et al.*, 2003). Nos estágios iniciais até a fase juvenil são epipelágicas e habitam zonas oceânicas, alimentando-se na maior parte do tempo nos cinco primeiros metros da coluna d'água (BOLTEN, 2003). Apresentam uma dieta, predominantemente, carnívora durante toda a sua vida, alimentando-se de moluscos, crustáceos, celenterados e, em menor proporção, de peixes e algas (BJORNDAL, 1997).

Os jovens e adultos de *E. imbricata* alimentam-se principalmente em substratos consolidados (e.g. recifes), sendo suas presas crustáceos, moluscos, briozoários, celenterados, ouriços, esponjas e algas (SANCHES; BELLINI, 1999). A tartaruga de couro *D. coriacea* alimenta-se tanto na superfície como em grandes profundidades (DOYLE *et al.*, 2008). A dieta é composta por zooplâncton, como celenterados, pirossomos e salpas (JAMES; HERMAN, 2001; WITT *et al.*, 2007). A tartaruga oliva *L. olivacea*, aparentemente, alimenta-se de salpas, peixes, moluscos, crustáceos e algas em uma variedade de habitats, desde zonas costeiras a ambientes pelágicos distantes da costa (BJORNDAL, 1997).

A tartaruga verde *C. mydas* é a espécie que apresenta hábitos mais costeiros, utilizando inclusive o ecossistema estuarino como área de alimentação e descanso, além de ter uma preferência por desovas em ilhas (HIRTH, 1997; SANTOS *et al.*, 2011). Habita áreas neríticas associadas a bancos de angiospermas marinhas e algas, quando imatura, pós-fase pelágica e na fase adulta (BUGONI *et al.*, 2003). Nos primeiros anos de vida apresentam uma dieta onívora, com tendência carnívora (BJORNDAL, 1997). Após a fase pelágica, entre 30 e 40 cm de comprimento da carapaça, torna-se herbívora, com uma dieta principalmente de macroalgas e angiospermas (MORTIMER, 1982), atingindo a maturidade sexual mais tardiamente em comparação as outras seis espécies existentes, devido a sua dieta, o que causa lentidão em seu desenvolvimento (CHALOUPKA *et al.*, 2004). Assim, o litoral do Ceará é uma das áreas mais importantes no Atlântico Sul para alimentação e desenvolvimento da espécie *C. mydas* (LIMA; MELO, 2007), pois apresenta extensos bancos de macroalgas (PINHEIRO-JOVENTINO *et al.*; OLIVEIRA *et al.*, 2009) alimento preferencial desta espécie (LIMA; MELO, 2007; BUGONI *et al.*, 2003).

Ao longo das últimas décadas, devido à redução drástica das tartarugas marinhas, a ameaça às populações das espécies brasileiras é alarmante (LUTCAVAGE *et al.*, 1997; ICMBIO, 2018). Sabe-se que todas que habitam mares brasileiros estão ameaçadas em algum nível, de acordo com a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) (ICMBIO, 2018). Por se tratar de espécies altamente migratórias, mudanças de disponibilidade de recursos alimentares, de circulação de correntes marinhas e de ventos podem comprometer seu ciclo de vida longo e complexo. Segundo o Marine Turtle Specialist Group (Rede global de especialistas em tartarugas marinhas dedicada às avaliações de seus status de conservação), atualmente, as principais ameaças às tartarugas marinhas são o desenvolvimento costeiro, a captura incidental pela pesca, o uso direto para consumo humano, as mudanças climáticas, a poluição e os patógenos (SANTOS *et al.*, 2011). Pode-se incluir ainda como tipos de poluição que podem afetar o ciclo de vida das tartarugas marinhas o som, a temperatura, a luz, os plásticos, os produtos químicos, os efluentes e outros (SANTOS *et al.*, 2011; BEZERRA *et al.*, 2012; BEZERRA *et al.*, 2014; RODRÍGUEZ *et al.*, 2020). Portanto, as atividades humanas são as que mais interferem nos seus estágios de vida, desde a postura de ovos até sua reprodução (LUTCAVAGE *et al.*, 1997). Sabe-se, claramente, sobre o impacto nos habitats das tartarugas marinhas há décadas (LUTCAVAGE *et al.*, 1997; ALMEIDA *et al.*, 2011; ICMBIO, 2018), e, apesar de progressos feitos na proteção e recuperação de ecossistemas marinhos em algumas áreas, impactos antropogênicos diretos ou indiretos continuam a ocorrer (ALMEIDA *et al.*, 2011).

Com a criação do Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), um dos órgãos executores do MMA, foi delegado ao Centro Nacional de Conservação e Manejo das Tartarugas Marinhas, hoje com o nome de fundação Pró-Tamar, a atribuição legal de identificar as espécies ameaçadas, elaborar e implementar os planos de ação ou recuperação. É de sua responsabilidade a elaboração do Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação das Tartarugas Marinhas, acompanhado, primeiramente, pelo IBAMA e agora pelo ICMBIO. No contexto atual, o presente plano de ação segue as diretrizes consolidadas na portaria conjunta nº 316, de 09 de setembro de 2009, editada pelo Ministério do Meio Ambiente,

que estabeleceu um marco legal para a implementação de estratégias em prol da conservação desses répteis marinhos.

Um dos tópicos do PAN é o perigo que os resíduos sólidos representam para as tartarugas marinhas. Esse lixo, caso descartado de modo errôneo, pode vir a interagir com espécies de tartarugas que vêm se alimentar e desovar no litoral fortalezense, de modo a gerar problemas para a reprodução dessas espécies que sofrem com a ameaça de extinção. A redução da produção de resíduos sólidos e o seu descarte no mar é uma das estratégias sugeridas no documento.

Apesar de o estado do Ceará ter se antecipado à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305/2010) em quase uma década, instituindo sua Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual n° 13.103/2001) ainda em 2001, o mesmo ente da federação gerou, no ano de 2015, 9.809 toneladas de resíduos sólidos por dia. Somando-se o produzido nos 184 municípios, o estado constitui-se como o 2º maior produtor de resíduos sólidos da região Nordeste, sendo a região que mais produz lixo no país (ABRELPE, 2015). Desse total, apenas 45% têm destinação ambientalmente correta (ABRELPE, 2015). Nas praias de Fortaleza, a exemplo da capital do estado, o problema do lixo é cada vez mais visível para quem as frequenta.

Muitas tartarugas não diferenciam lixo e alimento (FECHINE, 2007; SANTANA *et al.*, 2015), podendo sua ingestão, mesmo que indiretamente, facilitar infecções por herpesvírus, originando a fibropapilomatose, uma doença de origem infecciosa, debilitante, que pode levar à morte (TAMAR, 2009). Os materiais plásticos (*debris* plásticos) e derivados do petróleo são os principais poluentes dos oceanos que podem ser apontados a olho nu (IVAR DO SUL; COSTA, 2007), podendo adoecer ou escoriar os órgãos internos das tartarugas que os ingerem (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2016).

A interação com a pesca é outro problema presente no litoral cearense. Ao engolir artigos de pesca, a tartaruga pode ter seus órgãos internos machucados ou pode vir a se prender em algum petrecho e não conseguir mais nadar com eficiência, podendo ficar impossibilitada de subir para fora da água e respirar (SANTOS *et al.*, 2011; ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2016).

Não obstante o descaso com o problema dos resíduos sólidos, em 2019 mais de 3 mil quilômetros do litoral do Brasil foram atingidos na maior tragédia ambiental por derramamento de petróleo ocorrida no país. A mancha de óleo se espalhou por praias e mangues da costa Nordeste, chegando a áreas marinhas protegidas como o Parque Nacional de Abrolhos, um dos principais bancos de corais e berços de biodiversidade marinha do Atlântico Sul (SOARES *et al.*, 2020). A mancha de petróleo atingiu 877 locais em mais de 127 municípios em 11 estados (SOARES *et al.*, 2020). A quantidade total de óleo que realmente foi despejada ainda é desconhecida, mas, segundo a Marinha Brasileira, mais de 4.500 toneladas foram retiradas das praias. Com esse evento, centenas de animais foram atingidos e vieram a encalhar nas praias das regiões afetadas. As espécies *C. mydas*, *E. imbricata* e *L. olivacea* estavam dentre as espécies de tartarugas marinhas encontradas oleadas (SOARES *et al.*, 2020).

Na última década, diversos estudos citam a ingestão em demasia desses tipos de resíduos, além de ser o resíduo sólido mais encontrado nos oceanos. Ademais, durante os últimos cinco anos, o projeto GTAR, pertencente ao Instituto Verdeluz, realiza monitoramentos de praia, sendo comum encontrar resíduos plásticos dos mais variados, além dos resultados das necropsias, feitas desde 2015, nas quais o tipo de resíduo sólido mais abundante é o plástico (FEITOSA *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2017; FEITOSA *et al.*, 2017; LIMA *et al.*, 2017; VILANOVA *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Durante as necropsias de tartarugas realizadas pelo projeto GTAR-Verdeluz, uma das causas mortis encontradas é a obstrução dos intestinos do animal, causando inanição, constipação, perfurações e intoxicações, levando ao encalhe do animal na praia (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Isto posto, a presente pesquisa objetivou descrever a ecologia alimentar das espécies de tartarugas marinhas que se alimentam na costa cearense. No capítulo 1 estão descritos os seus hábitos alimentares e a ecologia alimentar relacionada à região costeira do estado do Ceará como área de alimentação e, no capítulo 2, os impactos que estas tartarugas sofrem com a ingestão de materiais inorgânicos.

REFERÊNCIAS

- ABREU-GROBOIS, A; PLOTKIN, P. *Lepidochelys olivacea*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2008**. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>. Acesso em: 1 Jun 2019.
- ALMEIDA, F. F. M; HASUI, Y; BRITO NEVES, B. B; FUCK, H. Províncias estruturais brasileiras. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8., 1977, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: SBG, 1977. 499p. p.363-391.
- BAHIA, N.C.F; BONDIOLI, A.C.V. Interação das tartarugas marinhas com a pesca artesanal de cerco-fixo em Cananéia, litoral sul de São Paulo. **Biotemas**, v. 23, n.3, 2010, p. 203-213.
- BAPTISTA, J. A; PONZI, V. R. A; SICHET, S. E. **Introdução à Geologia Marinha**. Interciência: Rio de Janeiro, 2004, p. 279.
- BAPTISTOTTE, C. Testudines marinhos (tartarugas marinhas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2014, p. 259.
- BAPTISTOTTE, C; THOMÉ, J. C. A; BJORNDAL, K. A. Reproductive biology and conservation status of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Espírito Santo, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 4, 2003, p. 523 – 529.
- BARATA, P.C.R.; LIMA, E.H.S.M.; BORGES-MARTINS, M; SCALFONI, J.T.; BELLINI, C; SICILIANO, S. Records of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) on the Brazilian coast, 1969–2001. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 2004, p. 1233–1240.
- BENHARDOUZE, W; MUSTAPHA A; MANJULA, T. Incidental captures of sea turtles in the driftnet and longline fisheries in northwestern Morocco. **Fisheries Research** 12, 2012, p. 125-132.
- BJORNDAL, K. A; BOLTEN, A. B; LAGUEUX, C. J. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. **Marine pollution bulletin** 28, no. 3, 1994, p. 154-158.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine Debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. Great Britain: **Elsevier Science**, v. 42, 2001, p.1330-1334.

BUGONI, L. Diet of sea turtles in southern Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**. Massachusetts, v.4, p. 685-688, 2003.

CASALE, P.; TUCKER, A. D. *Caretta caretta* (amended version of 2015 assessment). **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T3897A119333622.en>. Acesso em: 1 Jun 2019.

CHALOUPKA, M. Y.; LIMPUS, C. J.; MILLER, J. D. Sea turtle growth dynamics in a spatially disjunct metapopulation. **Coral Reefs** n. 23, v. 3, 2004.

DONOSO, M.; DUTTON, P. H. Sea turtle bycatch in the Chilean pelagic longline fishery in the southeastern pacific: opportunities for conservation. **Biological Conservation** v. 143, n. 11, 2010, p. 2672-2684.

DUARTE, D.L.V; MONTEIRO, D. S; JARDIM, R. D; SOARES, C. M.; JUNIOR, A. S. V. Determinação sexual e maturação gonadal de fêmeas da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) no extremo sul do Brasil. **Acta Biológica Paranaense**. v. 40, 2011.

FECHINE, J. A. L. **Alterações no perfil natural da zona costeira da cidade de Fortaleza, Ceará, ao longo do século XX**. Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Ceará, 2007.

FEITOSA, A. F.; LIMA, G. C.; SOUSA, R. R. C.; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. Projeto GTAR - Verddez o Oceano como Fonte de Educação Ambiental na Região Metropolitana de Fortaleza - CE. In: Giovanni Seabra. (Org.). **Educação ambiental: biomas, paisagens e o saber ambiental**. 1ed. Ituiutaba: Barlavento, 2017, v. 1, p. 990-999.

FEITOSA, A. F.; LIMA, G. C.; PARENTE, Z. M. P. N. D.; ALMEIDA, S. G. P.; FEITOSA, C. V. Ocorrência e quantificação de ninhos de tartarugas marinhas em praias urbanas de fortaleza. In: **IV Congresso Brasileiro de Biologia da Conservação**. 2017.

FERREIRA, R. L.; MARTINS, H. R; SILVA, A. A; BOLTEN, A. B. **Impact of swordfish fisheries on sea turtles in the Azores Arquipélago**. Life Marine Sciences, 18A. 2001. p. 75–79.

FINKBEINER, E. M.; WALLACE, B. P; MOORE, J. E; LEWISON, R. L. CROWDER, L. B.; READ, A. J. Cumulative estimates of sea turtle bycatch and mortality in USA fisheries between 1990 and 2007. **Biological Conservation**, n.144, v. 11, 2011, p. 2719-2727.

FORTALEZA. Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF). **Plano de Manejo das Unidades de Conservação Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS) e Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba**. Fortaleza, 2010, p. 304. Disponível em:

<https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/infocidade/41-plano-de-manejo-da-sabiagua>. Acesso em: 01 de junho de 2018.

FORTALEZA. **Plano Diretor Participativo de Fortaleza**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 2009. Disponível em: http://legislacao.fortaleza.ce.gov.br/index.php/Plano_Direto. Acesso em: 01 de junho de 2019.

FRAZIER, J. Marine turtles: the role of flagship species in interactions between people and the sea. Ed. J. Frazier. *Marine Turtles As Flagships*. **MAST/Maritime Studies (Special Issue)** 3/4, 2005, p. 5-38.

GROSSMAN, A; MENDONÇA, P, COSTA, M.R., BELLINI, C. Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserva, Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v. 118, 2007, p. 12-13.

GUEBERT, F. M. **Ecologia alimentar e consumo de material inorgânico por tartarugas verdes, *Chelonia mydas*, no litoral do Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas- Zoologia), Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2008, p.76.

GUEBERT-BARTHOLO, F.M; BARLETTA, M.; COST, M. F.; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Using gut content to access foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, v.13, 2011, p. 133-143.

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

HIRTH, H.F. 1980. Some aspects of the nesting behaviour and reproductive biology of sea turtles. *American Zoology*. v. 20, 1980, p. 507-523.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil**, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 28 de maio de 2020.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**, v.4, Brasília: ICMBio, 2018, p. 252.

JAMES, M. C. & HERMAN, T. B. Feeding of *Dermochelys coriacea* on medusa in the northwest Atlantic. **Chelonian Conservation and Biology**. v. 4, p. 202-205, 2001.

JENSEN, M. P; CAMRYN D. A; TOMOHARU, E; IAN P. B; LACASELLA, E. L; HILTON, W. A; HOF, C.A.M; DUTTON, P. H. Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. **Current Biology** v 28, n 1. 2018. p 154-159.

LAZAR, B; GRAČAN, R. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n.1, 2011, p. 43 - 47.

LIBERATI A; ALTMAN D.G; TETZLAFF J; MULROW; GØTZSCHE P; IOANNIDIS J.P.A; The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **PLoS Med**, v. 6, 2009.

LIMA, E.H.S.M.; EVANGELISTA, L.E.V. Sobre a captura acidental em curral de pesca da tartaruga marinha *Dermodochelys coriacea* em Almofala-Ceará. In: **Anais do VII Congresso Nordestino de Ecologia**. Ilhéus: EDITUS, 1997, p. 248.

LIMA, E. H. S. M; MELO, M. T. D. Recaptura de tartarugas marinhas registradas pelo Projeto TAMAR-IBAMA no Ceará durante o período de 1993 a 2006. In: **XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar**, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: AOCEANO, 2007.

LIMA, G. C.; FEITOSA, A. F.; SOUSA, R. R. C.; CARVALHO, L. R. S.; OLIVEIRA, T. P.; FEITOSA, C. V. Cooperação interinstitucional: uma proposta do Gtar-verdeluz para a conservação de tartarugas marinhas no litoral de Fortaleza. In: **IV Congresso Brasileiro de Biologia da Conservação**. 2017.

LOPES-SOUZA, A; SCHIAVETTI, A; ÁLVAREZ, A. R. Analysis of marine turtle strandings (Reptilia: Testudine) occurring on coast of Bahia State, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, 2015. v. 43, n 4, 2015, p. 675-683.

LUTCAVAGE, M.E; PLOTKIN, P; WITHERINGTON, B; LUTZ, P.L. Human impacts on sea turtle survival, p. 387-409. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. (Eds.). **The Biology of Sea Turtles**. CRC Press, 1997.

MARCOVALDI, M. Â.; MARCOVALDI, G. G. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological Conservation**, Washington, n.91, 1999, p.35-41.

MARCOVALDI, M. A.; VIEITAS, C. F; GODFREY, M. H. Nesting and conservation management of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in northern Bahia, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**. Massachusetts, v. 3, n. 2, p. 301-307, 1999.

MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. G.; SOARES, LIMA E. H. S. M.; BARATA, P. C. R., BRUNO S. C.; ALMEIDA, A. P. In press. Satellite telemetry studies highlight an important feeding ground for loggerheads and hawksbills in northern Brazil. In: **ANNUAL SYMPOSIUM ON SEA TURTLE CONSERVATION AND BIOLOGY**, 29., 2009. Brisbane, Australia. Proceeding, 2009.

MASCARENHAS, R; SANTOS, R; ZEPPELINI, D. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba, Brazil. **Turtle Newsletter**, v. 07, 2005, p.13-14.

MÁRQUEZ M., R. Sea turtles of the world: An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. **FAO Fisheries Synopsis** No. 125, Vol. 11. Rome, FAO. 1990. 81 p.

MORTIMER, J. A.; DONNELLY, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). *Eretmochelys imbricata*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en>. Acesso em: 1 Jun 2019.

MOTTA-JUNIOR, J. C.; LOMBARDI, J. A.; TALAMONI, S. A. Notes on Crab-eating fox (*Dusicyon thous*) seed dispersal and food habits in southeastern Brazil. **Mammalia**. Paris. 58, 1994, p. 156-159.

NMFS and USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service). **Recovery Plan for U.S. Population of Atlantic Green Turtle *Chelonia mydas***, Washington, DC. 1991.

NOGUEIRA, M. M.; ALVES, R.R.N. Assessing sea turtle bycatch in Northeast Brazil through an ethnozoological approach. **Ocean & Coastal Management**, v. 133, 2016, p. 37- 42.

OLIVEIRA, E. C. P. A; HORTA, C. E; AMANCIO, C. L; SANT'ANNA. 2009. Algas e Angiospermas Marinhas Bênticas do Litoral Brasileiro: Diversidade, Exploração e Conservação. **Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo**. São Paulo, 60 p. Disponível em: http://www.anp.gov.br/brnd/round6/guias/perfuracao/perfuracao_r6/referencias/plantas_marinhas.pdf. Acesso em: maio de 2020.

OLIVEIRA, A. L. DE C. S. DE; GOIS, A. J. C.; FEITOSA, A. F; MENEZES; ÍCARO B. H. M. P; CAMPOS, Y. L. ANÁLISE DO ENCALHES DE TARTARUGAS MARINHAS NO CEARÁ: INTERAÇÕES ANTROPOGÊNICAS E INGESTÃO DE PETRÓLEO. **Revista Multidisciplinar De Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, 2021.

POLI, C.; LOPEZ, L. C. S.; MESQUITA, D. O; SASKA, C; MASCARENHAS, R. Patterns and inferred processes associated with sea turtle strandings in Paraíba State, Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, João Pessoa, v.74, n.2, 2014, p.283-289.

PINHEIRO-JOVENTINO, F.; DANTAS, N. P.; MARASCHIN, C. D. H. Distribuição de algas marinhas no litoral de Fortaleza, Ceará, Brasil. Fortaleza: **Arquivos de Ciências do Mar**. v. 31, p. 29-40, 1998.

PUPO, M. M.; JULES, M. R.S; HANAZAKI, N. Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v. 19, n. 4, 2006, p. 63-72.

SALES, G.; GIFFONI, B. B.; MAURUTTO, G.; BRUNZIN, M. Captura incidental de tartarugas marinhas pela frota de rede de emalhe de deriva sediada em Ubatuba, São Paulo- Brasil. In: JORNADAS DE CONSERVACIÓN Y USO SUSTENTABLE DE LA FAUNA MARINA, REUNIÓN DE INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LAS TORTUGAS MARINAS DEL ATLÁNTICO SUR OCCIDENTAL. Montevideo. **Libro de Resúmenes**, 2003, p. 65.

SANTAELLA, S.T. *et al.* **Resíduos Sólidos e a Atual Política Ambiental Brasileira**. Fortaleza: LABOMAR/UFC. 2014.

SANTANA, L. M. B. M.; LOTUFO, L. V. C.; ABESSA, D. M. S. **A Contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil – Revisão**. Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza, v. 48, n. 2, 2015, p. 93-115.

SANTOS, A. S. *et al.* **Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas**. Organizadores: Maria Ângela Azevedo Guagni Dei Marcovaldi, Alexsandro Santana dos Santos. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, 2011. 120 p.

SEMINOFF, J. A. Southwest Fisheries Science Center, U.S. 2004. *Chelonia mydas*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2004**. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Acesso em: 1 Jun 2019.

SILVA, C. R. de O. **Tartarugas marinhas do Brasil- comportamento e conservação**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas licenciatura) - Faculdade de Ciências de Saúde, Centro Universitário de Brasília, 2001.

SILVA, A. C. C. D. da; CASTILHOS, J. C. de.; SANTOS, E. A. P. dos.; BRONDIZIO, L. S.; BUGONI, L. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. **Ocean & Coastal Management**. n.53, 2010, p.570-576.

SOARES, L. P., CARNEIRO, P. B. De M.; FUJII, M. T. New records of red seaweeds to the coast of Ceará State, *Hoehnea*, v. 45, nº2, 2018, p. 323–347.

SOARES, M. O.; TEIXEIRA, C. E. P.; BEZERRA, L. E. A.; PAIVA, S. V.; TAVARES, T. C. L.; GARCIA, T. M.; ARAÚJO, J. T.; CAMPOS, C. C.; FERREIRA, S. M. C.; MATTHEWS-

CASCON, H.; FROTA, A.; MONT'ALVERNE, T. C. F.; SILVA, S. T.; RABELO, E. F.; BARROSO, C. X.; FREITAS, J. E. P.; MELO JÚNIOR, M.; CAMPELO, R. P. S.; SANTANA, C. S.; CARNEIRO, P. B. M.; MEIRELLES, A. J.; SANTOS, B. A.; OLIVEIRA, A. H. B.; HORTA, P.; CAVALCANTE, R. M. Oil spill in South Atlantic (Brazil): Environmental and governamental disaster. **Marine Policy**, v. 115, 2020.

SOUSA, R. R. C; FEITOSA, A. F; LIMA, G. C; OLIVEIRA, T. P; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. Ações de pesquisa e extensão na região metropolitana de fortaleza em prol da conservação de tartarugas marinhas. In: I Simpósio Pesquisa e Conservação Tartarugas Marinhas, 2017, NATAL. **ANAIS do I Simpósio Pesquisa e Conservação Tartarugas Marinhas**, 2017.

TOMMASI, L. R. Impacto da disposição oceânica de esgotos municipais no ambiente costeiro: uma síntese. **Engenharia Sanitária**. v.26, n. 4, 1987, p. 412-418.

TOMÁS, J.; GUITART, R.; MATEO, R.; RAGA, J. A. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin** v. 44, n. 3, 2002, p. 211-216.

TOMÁS, J.; GOZALBES, P.; RAGA, J. A.; GODLEY, B. J. Bycatch of loggerhead sea turtles: insights from 14 years of stranding data. **Endangered Species Research** v.5, n. 2, 2008, p.161-169.

VILANOVA, M. Q.; FEITOSA, A. F.; FEITOSA, C. V. Gtar-Verdeluz: a necessidade da conservação de tartarugas marinhas na capital do Ceará. In: **9º Reunião e 8º Jornada de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas no Atlântico Sul Ocidental**, 2018. Anais, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

WALLACE, B. P., TIWARI, M.; GIRONDOT, M. *Dermochelys coriacea*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2013. Visto em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-2.RLTS.T6494A43526147.en>. Acesso em: 5 set. 2019.

WILSON, E.G.; MILLER, K.L.; ALLISON, D.; MAGLIOCCA, M. **Why healthy oceans need sea turtles: the importance of sea turtles to marine ecosystems**. Oceana, 2010.

WORK, T. M.; G. H. BALAZS. Necropsy findings in sea turtles taken as bycatch in the North Pacific longline fishery. **Fishery Bulletin** v. 100, n.4, 2002, p. 876-880.

WYNEKEN, J. **The Anatomy of Sea Turtles**. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum, 2001, p. 172.

CAPÍTULO 1: Padrões de alimentação de tartarugas marinhas no Noroeste do Atlântico Sul

RESUMO

As tartarugas marinhas são espécies migratórias, cosmopolitas e possuem ciclo de vida complexo. São conhecidas sete espécies no mundo, onde cinco destas ocorrem no Brasil: tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) para fins de reprodução e alimentação. Devido à redução drástica das tartarugas marinhas ao longo das últimas décadas, a ameaça às populações das espécies brasileiras é alarmante, estando todas as espécies enquadradas em alguma categoria de risco de extinção. É ainda um cenário comum o encalhe nas praias cearenses com suspeita de ingestão de lixo ou interação danosa com artes de pesca, na maioria das vezes, de tartarugas mortas. Em vista disso, a presente pesquisa tem como objetivo definir e tipificar a alimentação de tartarugas marinhas no Ceará. A análise do conteúdo gastrointestinal foi utilizada como meio de investigação dos itens alimentares. As coletas foram realizadas entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020, totalizando 25 amostras, sendo 18 exemplares necropsiados. Desse total, 20 pertenciam à espécie *C. mydas* (15 jovens e 5 adultas, sendo 10 fêmeas, 8 sem sexo definido e apenas dois machos), dois *L. olivacea* (fêmeas adultas) e três *E. imbricata* (fêmeas, duas jovens e uma adulta). Como resultado da análise dos itens alimentares, foram identificados 58 grupos taxonômicos, sendo 12 filos, 15 classes, 24 gêneros e 22 espécies. Não houve registro de nenhum item alimentar que não tenha sido registrado previamente no litoral do Ceará. A pesquisa e suas metodologias foram realizadas com autorização via Licença emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), de número 53083-8.

Palavras-chave: espécies ameaçadas, ecologia alimentar, conservação biológica.

ABSTRACT

Sea Turtle Feeding Patterns in the Northwest South Atlantic

Sea turtles are migratory species, cosmopolitan and have a complex life cycle. There are seven known species in the world, five of which occur in Brazil: loggerhead turtle (*Caretta caretta*), hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*), green turtle (*Chelonia mydas*), olive turtle (*Lepidochelys olivacea*) and leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) for breeding and feeding purposes. Due to the drastic reduction of sea turtles over the last decades, the threat to populations of Brazilian species is alarming, with all species at risk of extinction. It is still a common scenario to stranding on Ceará's beaches with suspicion of ingestion of garbage or harmful interaction with fishing gear, most of the time, of dead turtles. In view of this, this research aims to define and typify the feeding of sea turtles in Ceará. Gastrointestinal content analysis was used as a means of investigating food items. Collections were performed between February 2019 and September 2020, totaling 25 samples, with only 18 necropsied. Of this total, 20 belonged to the species *C. mydas* (15 young and 5 adults, 10 females, 8 without a defined sex and only two males), two *L. olivacea* (adult females) and three *E. imbricata* (female, two young and an adult). As a result of the analysis of food items, 58 taxonomic groups were identified, being 12 phyla, 15 classes, 24 genera and 22 species (Table 03). There was no record of any food item that had not been previously registered on the coast of Ceará. The research and its methodologies were carried out with authorization via a License issued by the Biodiversity Information and Authorization System (SISBIO), number 53083-8.

Keywords: endangered species, food ecology, biological conservation.

1 INTRODUÇÃO

As tartarugas marinhas são consideradas parte da megafauna oceânica migratória, as quais possuem o comportamento inato de seguirem rotas específicas em busca de áreas oceânicas desde sua eclosão dos ninhos (LOHMAN; LOHMAN, 1998). Os neonatos e jovens com até 20 cm de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) transitam por essas áreas. Somente após essa fase, a migração para áreas mais próximas à costa, na busca de locais com alimento disponível em quantidade, tem início. Devido ao grande porte quando adultas, precisam de alimento em abundância (LOHMAN *et al.*, 1997; LOHMAN; LOHMAN, 1998; BOLTEN, 2003).

Ao atingir a maturidade sexual, as fêmeas de todas as espécies de tartarugas marinhas retornam para as áreas onde nasceram para desovar a cada ciclo sazonal (HIRTH, 1980), período compreendido entre 1 e 3 anos (TROËNG; CHALOUPKA, 2007), sendo descrito e denominado por Carr (1975) como filantropia. Esse tipo de comportamento de fidelidade de áreas de desova em fêmeas, e para áreas de cópula e reprodução em machos, mas também para sítios de alimentação para ambos, foi demonstrado a partir de estudos de marcação e recaptura, e/ou de genética para parte das espécies (BJORNDAL *et al.*, 1983; LIMPUS, 1993; FITZSIMMONS *et al.*, 1997; JAMES *et al.*, 2005), bem como a partir de estudos com satélite nos sítios de alimentação do Ceará para tartarugas cabeçudas (*Caretta caretta*) (MARCOVALDI, 2010).

No contexto de espécies ameaçadas e sua necessidade de conservação urgente, as tartarugas marinhas são consideradas espécies guarda-chuva (pois requerem uma grande área conservada para sobreviver, tornando-se bioindicadoras no planejamento e monitoramento da conservação), uma vez que são espécies migratórias intercontinentais que possuem um complexo ciclo de vida, utilizam uma ampla área geográfica e múltiplos habitats (SPOTILA, 2004).

Das sete espécies de tartarugas marinhas com distribuição mundial, cinco ocorrem no Brasil (BAPTISTOTTE, 2014): *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) (tartaruga-cabeçuda), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766) (tartaruga-de-pente), *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) (tartaruga-verde), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829) (tartaruga-oliva) e *Dermochelys coriacea* (Vandelli 1761) tartaruga-de-couro. Embora todas as espécies sejam onívoras quando

jovens, *C. mydas* se destaca por ser a única espécie que é, predominantemente, herbívora enquanto adulta e por apresentar hábitos mais costeiros, utilizando inclusive o ecossistema estuarino como área de alimentação e descanso. Portanto, além de ter uma preferência por desovar em ilhas (HIRTH, 1997; SANTOS *et al.*, 2011), sendo mais fácil a manutenção de sua população, há uma maior facilidade em se estudar essa espécie (devido à seus hábitos costeiros), colocando-a no posto de tartaruga marinha mais estudada (BAPTISTOTTE, 2014; MACHOVSKY-CAPUSKA *et al.*, 2020).

Devido à redução drástica das populações de tartarugas marinhas ao longo das últimas décadas, todas as espécies que habitam mares brasileiros estão ameaçadas de extinção em algum nível, de acordo com a União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) (ICMBIO, 2018). Por se tratar de espécies altamente migratórias, mudanças na disponibilidade de recursos alimentares, de circulação de correntes marinhas e ventos podem comprometer seu ciclo de vida longo e complexo (POLOCZANSKA *et al.*, 2009).

No Brasil, embora haja poucos sítios de desova prioritária na região Nordeste do país, o estado do Ceará é uma área importante de alimentação para as cinco espécies que habitam o litoral do país (ICMBIO 2018), recebendo animais tanto da costa leste do Brasil quanto do norte da América do Sul e, ocasionalmente, da América Central (MARCOVALDI, 2010; SANTOS *et al.*, 2019; CHAMBAULT, 2015; ALVAREZ *et al.*, 2016).

Apesar da importância como área de forrageio, os estudos existentes com tartarugas marinhas no Ceará, em sua maioria, referem-se à contaminação confirmada nestes espécimes por mercúrio, comumente associado à alimentação do animal (BEZERRA *et al.* 2012; BEZERRA *et al.* 2014; RODRÍGUEZ *et al.*, 2020). No Ceará, há apenas um trabalho da década de 60 (FERREIRA, 1968) que registrou a dieta com predomínio de macroalgas, com elevada frequência de rodofíceas, sendo destacada apenas uma espécie de angiosperma marinha (*Halodule* sp.) como alimento secundário.

Ressalta-se que o estudo do comportamento alimentar se torna peça-chave para o entendimento dos aspectos nutricionais de animais em resposta às pressões antropogênicas na forma de modificações ambientais, como a urbanização de áreas costeiras

(MACHOVSKY-CAPUSKA *et al.*, 2018). Os migrantes marinhos desempenham papéis importantes nos ecossistemas, sendo muitos deles de preocupação para a conservação, principalmente, devido às ameaças antropogênicas, como captura acidental ou bycatch, poluição e mudanças climáticas (BAUM *et al.*, 2003; SOYKAN *et al.*, 2008; HAWKES *et al.*, 2009; HAMMAN *et al.*, 2010). Para uma conservação eficaz, é necessária uma compreensão adequada de sua ecologia, tanto espacial quanto temporalmente. Estudos de dieta são importantes para identificar recursos prováveis e áreas de alimentação. Estas informações podem ajudar a orientar as decisões de manejo em direção à conservação de habitats críticos (LOPEZ-MENDILAHARSU *et al.* 2005; HAMMAN *et al.*, 2010).

Ressalta-se ainda que, durante o período da coleta de dados, ocorreu, em 2019, o aparecimento de manchas de petróleo cru na costa nordestina, havendo mais de 3 mil quilômetros do litoral do Brasil atingidos. A mancha de óleo se espalhou por praias e mangues da costa nordeste, chegando a áreas marinhas protegidas como o Parque Nacional de Abrolhos, um dos principais bancos de corais e berços de biodiversidade marinha do Atlântico Sul (SOARES *et al.*, 2020). A mancha de petróleo atingiu 877 locais em mais de 127 municípios em 11 estados (SOARES *et al.*, 2020). A quantidade total de óleo que realmente foi despejada ainda é desconhecida, mas, segundo a Marinha Brasileira, mais de 4.500 toneladas foram retiradas das praias. Com o evento, centenas de animais foram atingidos e vieram a encalhar nas praias das regiões afetadas. As espécies *C. mydas*, *E. imbricata* e *L. olivacea* estavam dentre as espécies de tartarugas marinhas encontradas oleadas (SOARES *et al.*, 2020).

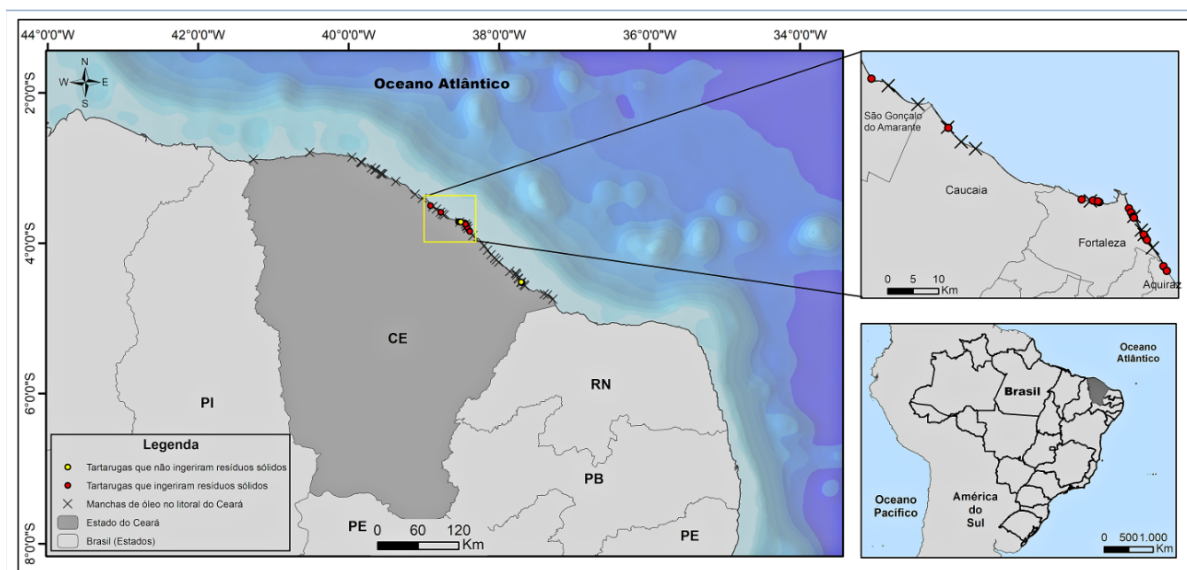
Portanto, a presente pesquisa buscou testar as seguintes hipóteses: (1) o hábito alimentar das tartarugas marinhas do estado do Ceará, mesmo quando jovens, possui algum padrão de preferência a depender da espécie; (2) embora haja preferência alimentar, as tartarugas são oportunistas; (3) a tartaruga verde *C. mydas* é, preferencialmente, herbívora, mesmo quando jovem. Assim, o objetivo desta pesquisa foi estudar a ecologia alimentar de tartarugas marinhas que ocorrem a noroeste do atlântico sul brasileiro, buscando ampliar os conhecimentos sobre o tema, uma vez que há apenas um estudo feito, há 53 anos, na mesma área.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A pesquisa se deu na área costeira do estado do Ceará (Figura 1), situado à noroeste do giro subtropical do Atlântico Sul, na região Nordeste do Brasil, com 148.920,472 km² e 573 km de litoral, sendo uma das maiores, e mais importantes, faixas litorâneas do país do ponto de vista turístico (BORZACCHIELLO, 2007). Em seu litoral predominam os ecossistemas mangues e restingas, possuindo vegetação litorânea típica, além de áreas sem vegetação recobertas por dunas (BORZACCHIELLO, 2007). Os ventos são controlados pelo movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), onde confluem os ventos alísios de nordeste e sudeste, movendo-se de norte a sul com as mudanças das estações, sendo caracterizada pela intensa nebulosidade e pela baixa pressão atmosférica (MAIA, 1998). No Estado existem 58 unidades de conservação, sendo estas estaduais (n=20), federais (n=11), municipais (n=13) e particulares (n=14) (BORZACCHIELLO, 2007). Em âmbito federal, o Parque Nacional de Jericoacoara e as RESEX do Batoque e Prainha do Canto Verde têm destaque, enquanto o Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio se ressalta por ser a única reserva com território 100% marinho do estado. O regime de chuvas na região de Fortaleza, assim como em todo o estado do Ceará, é caracterizado por duas estações distintas, uma chuvosa, que começa em dezembro e vai até maio, e outra seca, que vai de junho a novembro (INESP 2009).

Figura 1- Área de amostragem de tartarugas marinhas ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021.



Fonte: Autor com adaptações de informações do Governo do estado do Ceará para os pontos de Óleo. Legendas: Vide Quadro inferior esquerdo.

2.2 Coleta de dados e amostragem

O material analisado no presente estudo foi coletado no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2020, a partir de tartarugas encontradas mortas ao longo do estado do Ceará, ou que vieram a óbito antes de ser possível mobilizar seu resgate e reabilitação. Seus corpos, órgãos individuais ou conteúdos foram congelados em -20°C , para posterior análise. Quando possível, os espécimes foram levados para o Laboratório de Anatomia Veterinária da Universidade Estadual do Ceará (UECE) para necropsia, seguindo a literatura de Wyneken (2001). Animais em elevado estado de decomposição foram abertos em campo e seu trato gastrointestinal (TGI) foi removido. Amarras foram postas entre o esôfago, estômago, intestino e reto, sendo refrigerado para posterior análise.

Antes de realizar as necropsias, os indivíduos foram pesados (0,01 kg), submetidos à biometria com graduação milimétrica (comprimento curvilíneo da carapaça - CCC e largura curvilínea da carapaça - LCC), identificados a nível de espécie, além de distribuídos em

categorias segundo o tamanho/idade estimada (jovem, adulto e indeterminado) (Tabela 1), score corporal (e.g. caquético, magro e ideal) e sexo (macho, fêmea e indeterminado), de acordo com Wyneken (2001) e Santos *et al.* (2011), fotografados e quaisquer observações externas foram registradas (e.g. cracas, tumores e escoriações).

Tabela 1 - Comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) associado à maturidade sexual das tartarugas marinhas no Atlântico.

| Espécie | Idade e tamanho (CCC) de Maturidade Sexual para fêmeas | Referência |
|---------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <i>E. imbricata</i> | 25 anos / > 75cm | Meylan&Donnelly, 1999 / NMFS & USFWS, 1998 |
| <i>L. olivácea</i> | Entre 10 e 18 anos / >55cm | Zug et al., 2006 / NMFS & USFWS, 1991 |
| <i>C. mydas</i> | Entre os 25 e 50 anos / >83cm | Baptistotte et al., 2003 |

Fonte: Referenciadas na tabela.

O esôfago, o estômago e o intestino foram pesados em balança (0,01g), medindo seu peso e volume por deslocamento, considerando o estômago cheio e vazio (após retirada do conteúdo interno), adaptando o modelo de pesquisa proposto por de Motta Junior *et al.*, (1994) às limitações dos equipamentos. O conteúdo de cada seção foi filtrado em peneiras de 0,5 mm de malha e triado a olho nu ou com microscópio estereoscópico, utilizando-se água limpa corrente. Os conteúdos orgânicos considerados aqui foram extraídos apenas do esôfago e estômago, uma vez que no intestino a matéria orgânica estava em decomposição avançada e não havia certeza da data de ingestão. O tempo de passagem do esôfago ao início do intestino de tartarugas marinhas varia em torno de 24h (VALENTE *et al.*, 2008). Após a separação, os itens foram postos para secar ao ar livre, pesados em balança (0,001g), tendo seu volume (0,1 ml) medido por deslocamento da coluna d'água em uma proveta graduada (MOTTA- JUNIOR *et al.*, 1994; GUEBERT, 2008).

Os conteúdos orgânicos encontrados foram classificados no menor nível taxonômico possível, considerando as classificações e subclassificações propostas por Cavalier-Smith (1998),

além de classificações mais recentes aceitas pela comunidade científica, e sua localização no TGI (esôfago/estômago). A fim de comparar estes itens alimentares registrados referente às algas com a ocorrência destas no litoral cearense, foram consideradas as seguintes publicações: Pinheiro-Joventino *et al* (1998); Oliveira *et al.*, (2009) e Soares *et al.*, (2018). As ascídias foram identificadas com o auxílio da seguinte literatura: Matthews-Cascon e Lotufo (2006).

A análise comparativa da condição corporal dos espécimes coletados foi feita a partir do laudo de necropsia, sendo necessário para verificar, juntamente com outras condições clínicas (e.g. caquético, desidratado, tecido conjuntivo alterado, presença exacerbada de papilomas ou cracas), se existe relação entre a saúde do animal e a prevalência de determinados materiais em seu conteúdo gastrointestinal (e.g. resíduos sólidos ou itens alimentares incomuns ao hábito alimentar do indivíduo), uma vez que animais debilitados e desnutridos ficam mais propensos a infecções e parasitas (WERNECK, 2007).

2.3 Análise dos dados

Todos os resultados morfométricos das tartarugas marinhas coletadas foram representados em centímetros e foram apresentados o valor médio ou sua amplitude de variação (valores mínimo e máximo), a depender da normalidade e homocedasticidade dos dados.

Para cada item alimentar foi calculado o Índice Alimentar (IIA), seguindo a proposta de Kawakami e Vazzoler (1980), porém, substituindo-se o volume pelo peso de cada item (HAHN *et al.*, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 2004), com o objetivo de avaliar a importância de cada item dentro da dieta. Tal estimativa (IIA) foi utilizada para comparar as classes juvenil e adulto, baseando-se no comprimento dos indivíduos da tartaruga-verde.

Considerando a frequência de ocorrência e o peso dos itens alimentares, as diferenças na dieta foram avaliadas entre os jovens e adultos e entre o período seco e chuvoso. Como os dados não atenderam os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, foi utilizado o teste de

Mann-Whitney. Para tanto, o software PAST (HAMMER *et al.*, 2001) foi utilizado, considerando o nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS

Após a análise parcial dos itens alimentares, foram identificados 58 grupos taxonômicos, sendo 12 filós, 15 classes, 24 gêneros e 22 espécies (Tabela 2; Figura 2).

Tabela 2- Grupos taxonômicos encontrados nos tratos gastrointestinais de tartarugas amostradas no litoral do Ceará de fevereiro de 2019 a setembro de 2020.

| Filo | Classe | Táxon | Filo | Classe | Táxon |
|-------------|-----------------|---------------------------------|---------------|-------------|-----------------------------|
| Ni | Ni | Alga | Chlorophyta | Ulvophyceae | <i>Caulerpa</i> sp. |
| Rhodophyta | Ni | Rhodophyta | Ni | Ni | Plantae |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Bryothamnion seaforthii</i> | Chordata | Ni | Chordata |
| Rhodophyta | Florideophyceae | Corallinophycidae | Chordata | Ascidiacea | Ascidiacea |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Cryptonemia crenulata</i> | Chordata | Ascidiacea | Colycitoridae |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Cryptonemia seminervis</i> | Chordata | Ascidiacea | Dideminidae |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Dictyurus occidentalis</i> | Chordata | Ascidiacea | <i>Eudistoma versicolor</i> |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Gelidiella ligulata</i> | Chordata | Ascidiacea | <i>Eudistoma</i> sp. |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Ceratodictyon planicaule</i> | Chordata | Ascidiacea | Pyuridae |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Gelidium coarctatum</i> | Chordata | Ascidiacea | Styelidae |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Gracilaria</i> sp. | Chordata | Ni | Invertebrata |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Gracilaria caudata</i> | Chordata | Ni | Vertebrata |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Gracilaria suzannae</i> | Cnidaria | Anthozoa | Actiniaria |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Haloplegma duperreyi</i> | Cnidaria | Anthozoa | Coral |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Halymenia</i> sp. | Cnidaria | Hidrozoa | Hidrozoa |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Osmundaria obtusiloba</i> | Mollusca | Ni | Mollusca |
| Rhodophyta | Florideophyceae | <i>Pterocladia beachiae</i> | Mollusca | Gastropoda | <i>Anachis</i> sp. |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | Phaeophyceae | Mollusca | Gastropoda | Gastropoda |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Dictyota menstrualis</i> | Mollusca | Gastropoda | <i>Stramonita</i> sp. |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Dictyopteris delicatula</i> | Mollusca | Gastropoda | <i>Tricolia affinis</i> |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Dictyopteris justii</i> | Mollusca | Bivalvia | Arcidae |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Lobophora variegata</i> | Mollusca | Bivalvia | Bivalvia |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Padina</i> sp. | Mollusca | Bivalvia | <i>G. coralliophaga</i> |
| Ochrophyta | Phaeophyceae | <i>Sargassum</i> sp. | Mollusca | Bivalvia | Pectinidae |
| Ni | Ni | Alga Verde | Echinodermata | Echinoidea | Mellitidae |
| Chlorophyta | Ulvophyceae | <i>Caulerpa cupressoides</i> | | | |
| Chlorophyta | Ulvophyceae | <i>Caulerpa mexicana</i> | | | |
| Chlorophyta | Ulvophyceae | <i>Caulerpa prolifera</i> | | | |

Legenda: Nível Taxonômico se refere às classificações e subclassificações propostas por Cavalier-Smith 1998 e classificações mais recentes aceitas pela comunidade científica; Ni: Não Identificado.

Figura 2 - Resíduos sólidos e itens alimentares encontrados nos Tratos gastrointestinais dos espécimes de *C. mydas* amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2020.

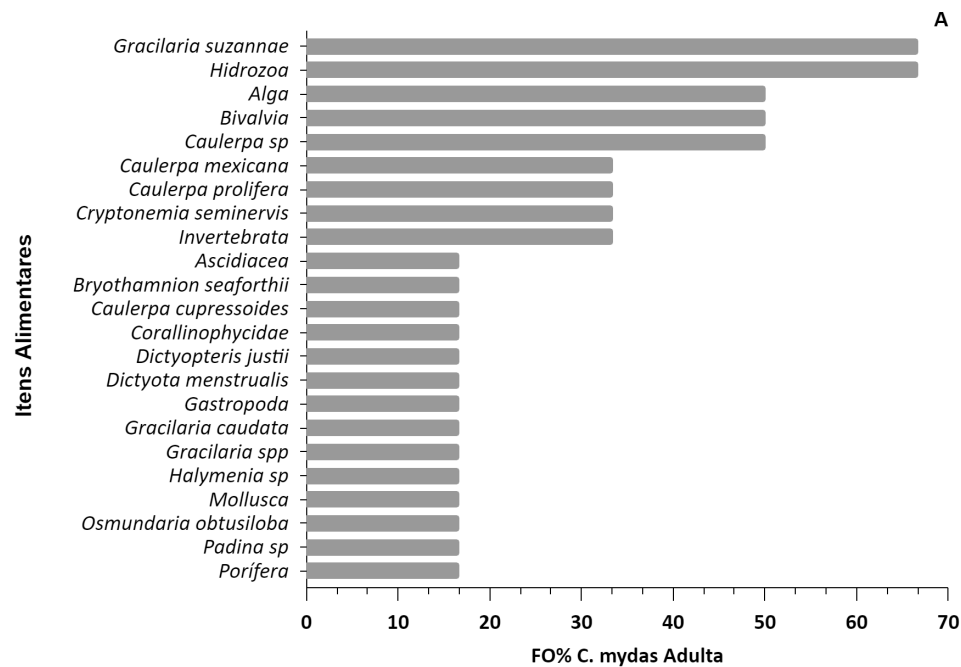


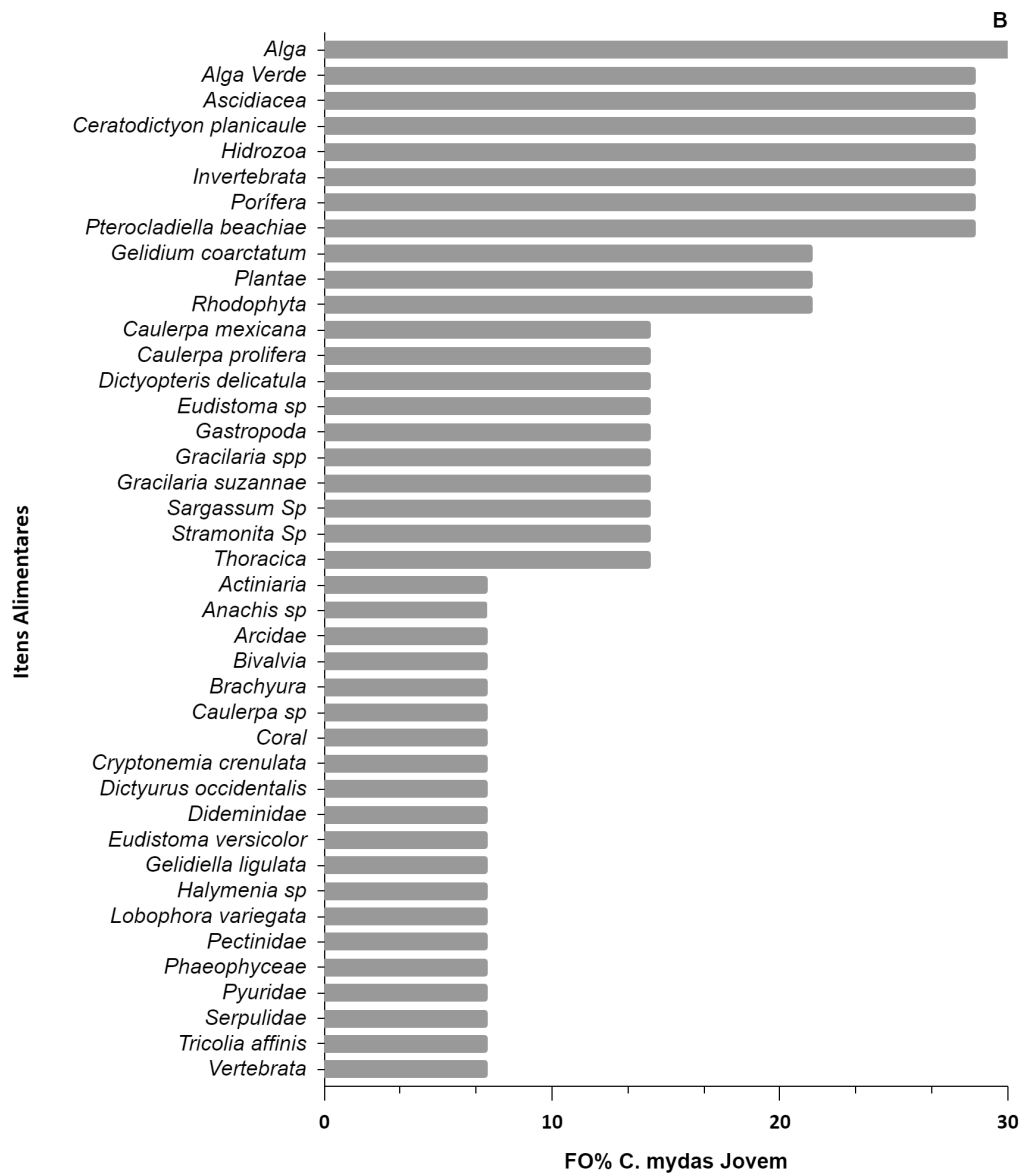
Fonte: Autor. Legenda: A: Resíduos plásticos, invertebrados e algas calcáreas; B: Bivalve; C: Algas, Hidrozoários e conteúdo vegetal; D: concha interna de Spirula

Foram coletadas 25 tartarugas marinhas que encalharam no litoral do Ceará na região central e leste da costa, sendo dois espécimes de tartaruga oliva (*Lepidochelys olivacea*), de CCC 59 e 63 cm, e peso de 17,85 e 24 kg, ambas fêmeas adultas. Além de três tartarugas de pente (*Eretmochelys imbricata*), com média de CCC $65,66 \pm 29,26$ e peso $39,89 \pm 36,94$, todas fêmeas, sendo duas jovens e uma adulta. Já as tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) foram as mais numerosas ($n=20$), possuindo média de CCC $63,63 \pm 29,67$ e peso $23,47 \text{ kg} \pm 20,89$, sendo 75% jovens e 25% adultas, além de sua maioria (50%) ser fêmea ($n=10$), havendo 8 jovens e apenas dois machos.

Como representado na figura 3B, os itens mais frequentes dentre as *C. mydas* adultas foram os táxons Hydrozoa e *Gracilaria suzannae* (FO%=67), seguidos de algas em decomposição, bivalves e *Caulerpa* sp. (FO% =50). Foi observada diferença significativa entre as FO% dos itens alimentares das duas classes etárias (U=100; p=1,0625 E-07). Para os jovens, os itens mais frequentes foram as algas em decomposição (43%), seguido de táxons variados de invertebrados e algas (29%) (Figura 3A). Os índices de importância alimentar para as espécies *E. imbricata* e *C. mydas* estão representados nas figuras 4 e 5, tendo-se destacado a importância do táxon Porífera para *E. imbricata* e algas e poríferas para *C. mydas*.

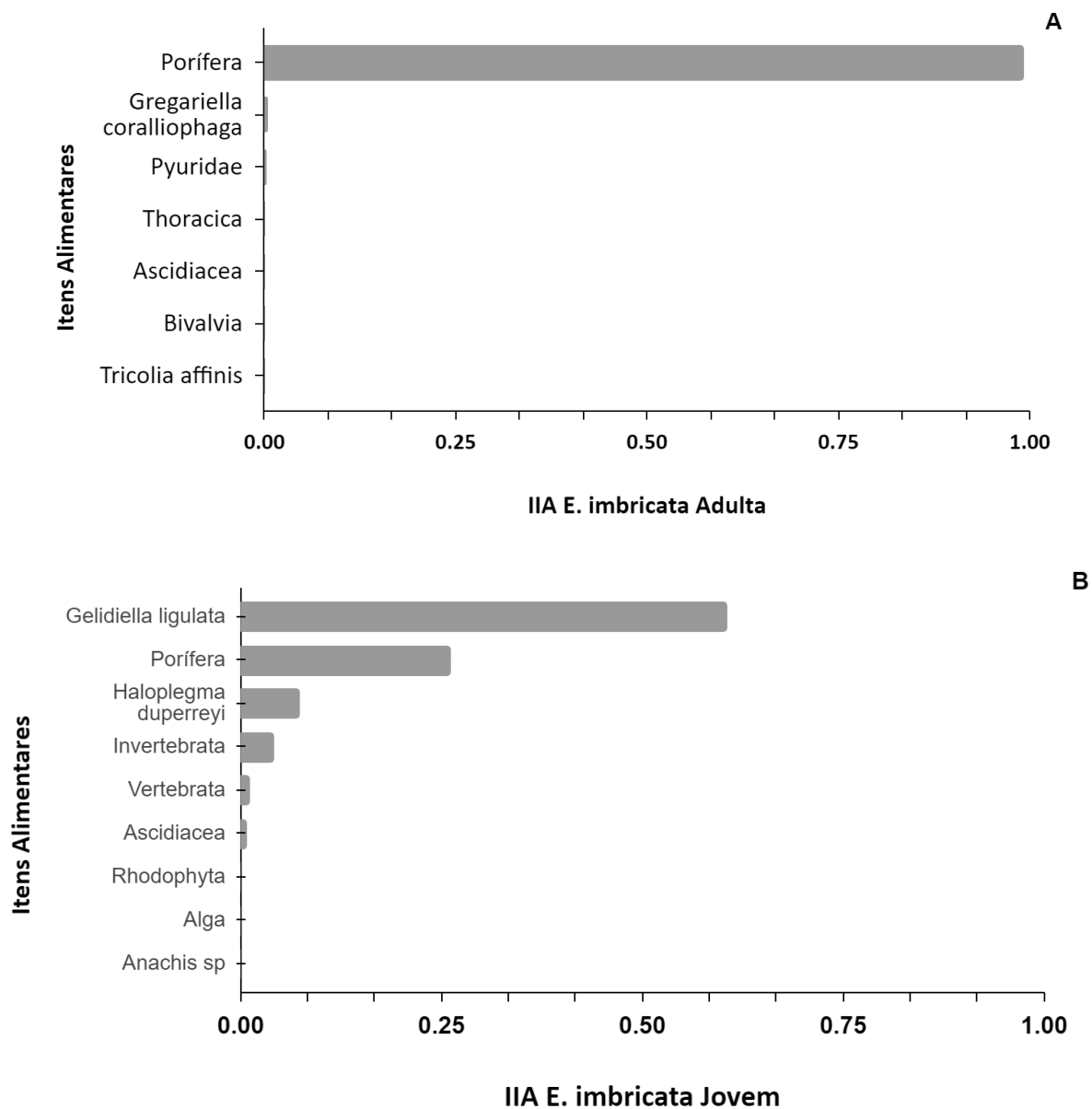
Figura 3 - Frequência de ocorrência (FO%) dos itens mais ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* adultos (A) e jovens (B) amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021.





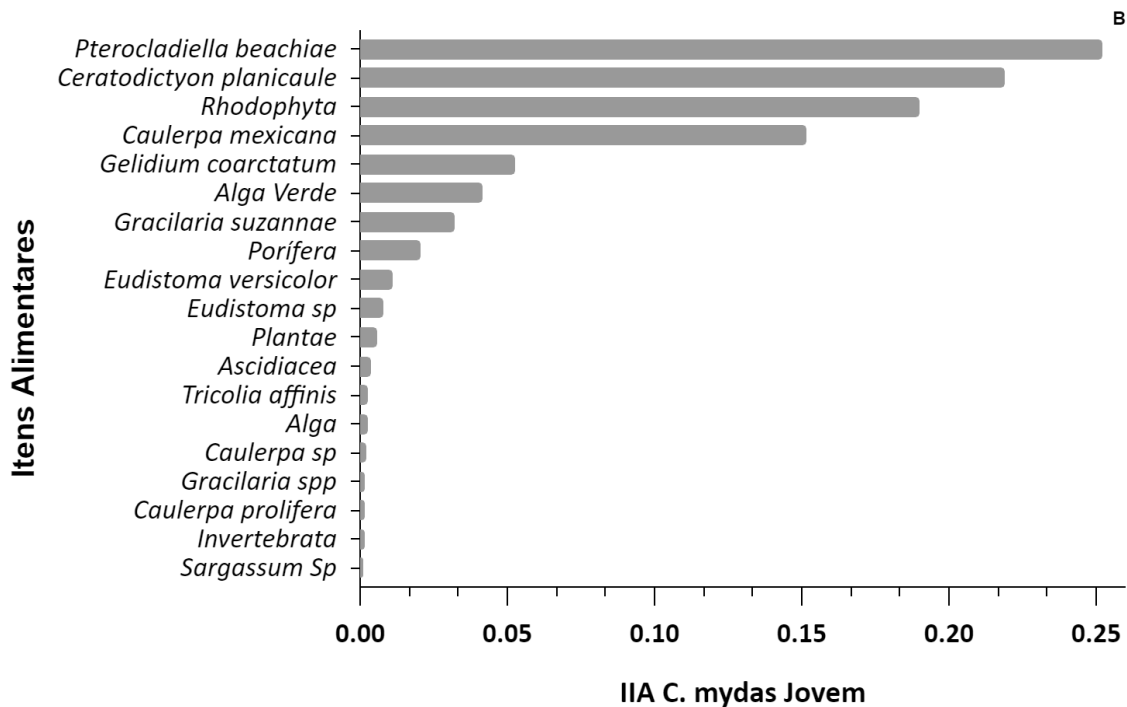
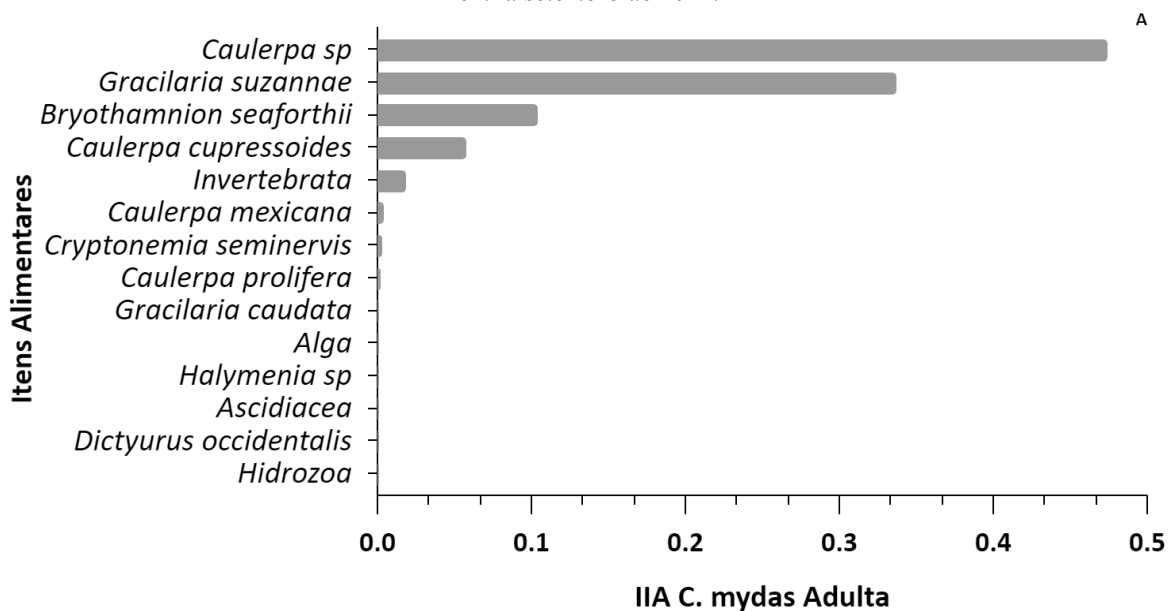
Fonte: Autor. Legenda: Gráfico A: FO% dos alimentos ingeridos pelos indivíduos adultos de *C. mydas*; Gráfico B: FO% dos alimentos ingeridos pelos indivíduos juvenis de *C. mydas*.

Figura 4- Valores dos índices de importância alimentar (IIA) referentes aos itens mais ingeridos pelos indivíduos de *E. imbricata* adultos (A) e jovens (B) amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021.



Fonte: Autor. Legenda: Gráfico A: IIA dos alimentos ingeridos pelos indivíduos adultos de *E. imbricata*; Gráfico B: IIA dos alimentos ingeridos pelos indivíduos juvenis de *E. imbricata*.

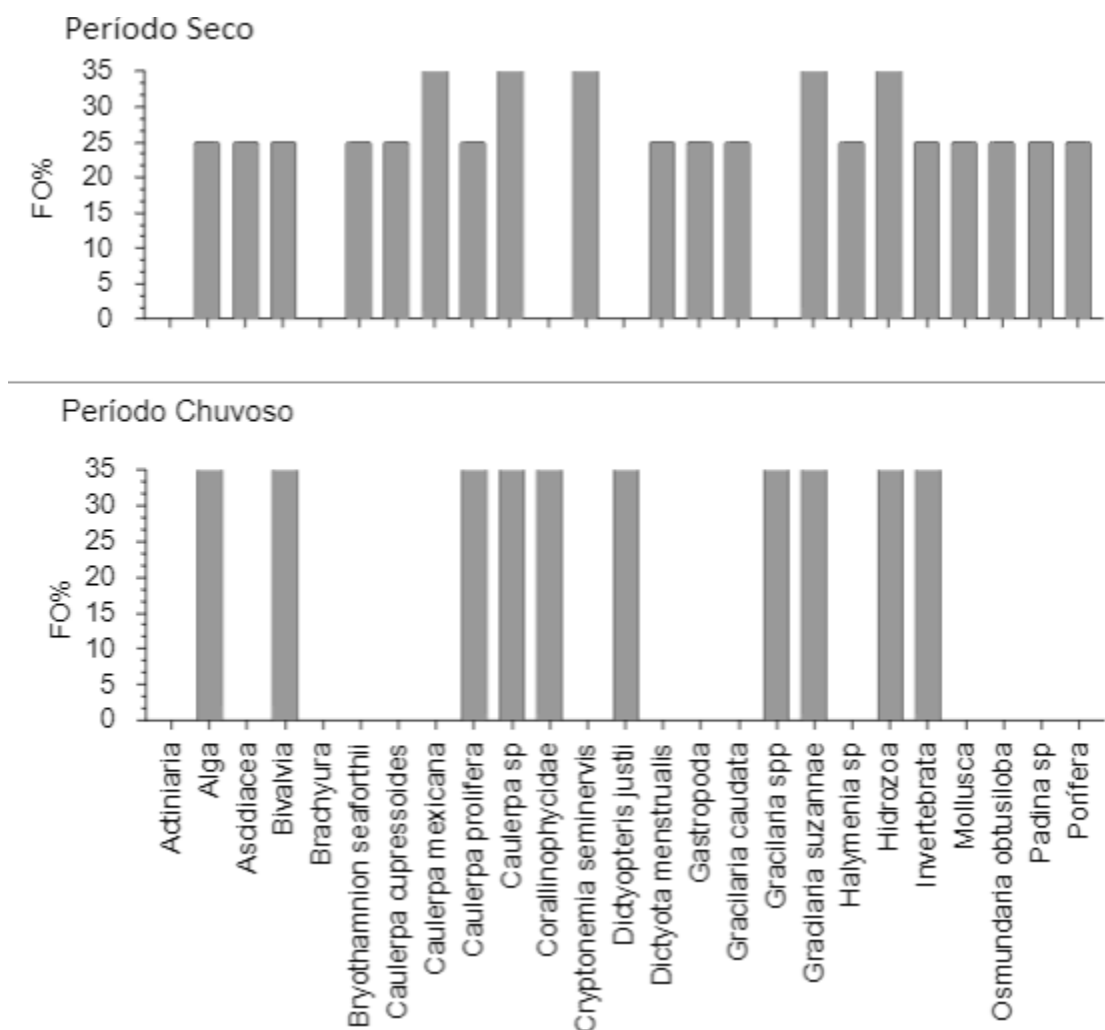
Figura 5- Valores dos índices de importância alimentar (IIA) referentes aos itens mais ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* adultos (A) e jovens (B) amostrados ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021.



Fonte: Autor. Legenda: Gráfico A: IIA dos alimentos ingeridos pelos indivíduos adultos de *C. mydas*; Gráfico B: IIA dos alimentos ingeridos pelos indivíduos juvenis de *C. mydas* (Considerando apenas valores de $IIA \geq 0.001$).

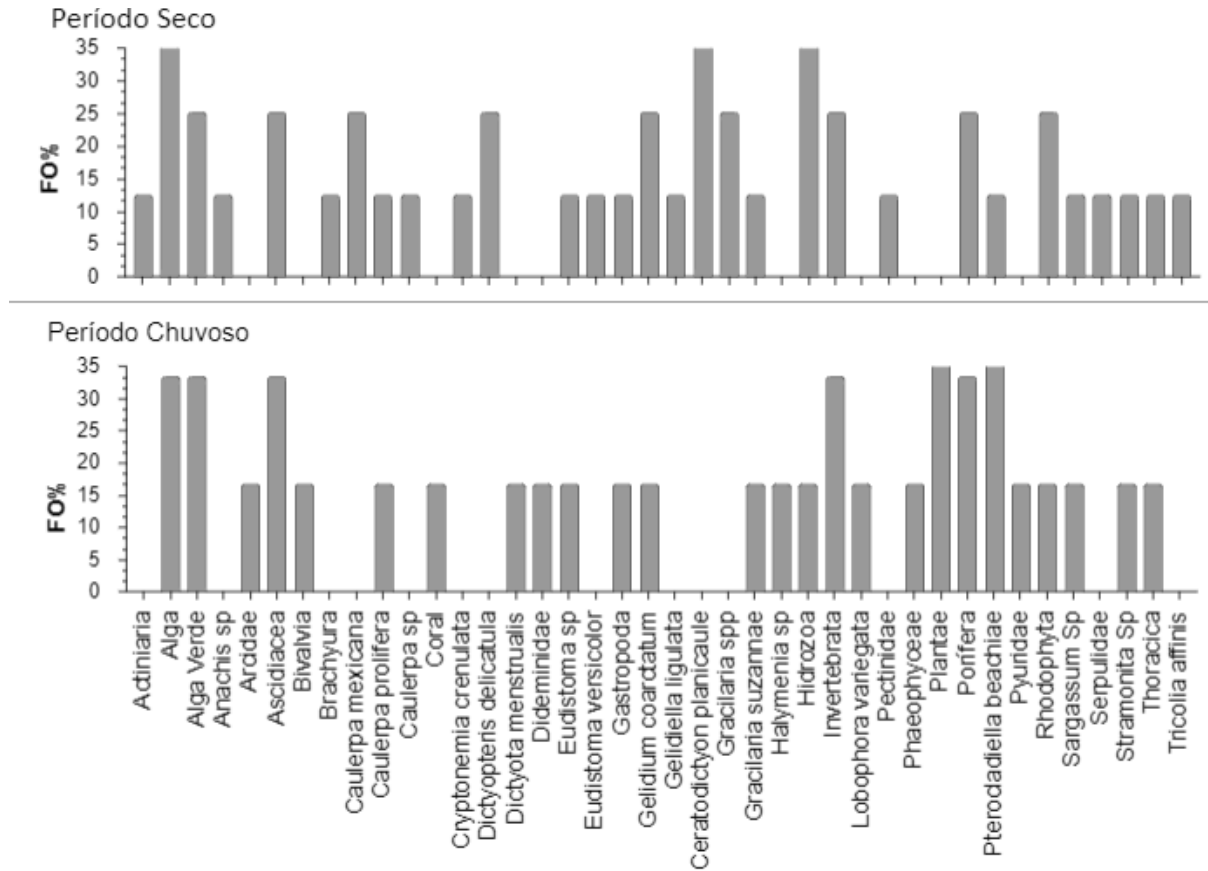
A frequência de ocorrência dos itens alimentares nos períodos seco e chuvoso teve diferença significativa, tanto para os jovens ($U=245$; $p=0,013463$), quanto para os adultos ($U=21$; $p=0,00014$). Foi observada ainda uma maior diversidade de itens no período seco para ambas as faixas etárias (Figuras 6 e 7).

Figura 6- Frequência de ocorrência (FO%) dos itens ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* adultos nos períodos seco e chuvoso ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021.



Fonte: Autor. Legenda: Eixo X: FO%; Eixo Y: Espécies encontradas nos tratos gastrointestinais das tartarugas marinhas verdes adultas; Acima: Período seco. Abaixo: Período chuvoso

Figura 7- Frequência de ocorrência (FO%) dos itens ingeridos pelos indivíduos de *C. mydas* jovens nos períodos seco e chuvoso ao longo do litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2021.



Fonte: Autor. Legenda: Eixo X: FO%; Eixo Y: Espécies encontradas nos tratos gastrointestinais das tartarugas marinhas verdes jovens; Acima: Período seco. Abaixo: Período chuvoso

4 DISCUSSÃO

A quantidade encontrada de jovens foi substancialmente maior do que a de adultos nas três espécies coletadas, o que era esperado, pois, na fase juvenil esses animais costumam permanecer em ambiente nerítico (REIS; GOLDBERG, 2017). O mesmo ocorreu para o número de fêmeas, uma vez que os machos, principalmente adultos, não costumam permanecer próximos à costa, migrando apenas entre áreas de acasalamento e áreas de alimentação (LOHMANN *et al.*, 1997; CHAN; LIEW, 1999).

Todos os grupos de algas registradas nos compartimentos esôfago e estômago foram previamente amostradas no Ceará (SILVA *et al.*, 1996; WYNNE, 1998; PINHEIRO-JOVENTINO *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2009; SOARES *et al.*, 2018), indicando a origem da alimentação dos indivíduos que encaixam no litoral do Ceará.

Embora a população de tartarugas verdes brasileiras seja classificada como herbívora quando adultas, como observado na única pesquisa com alimentação de tartarugas marinhas no estado do Ceará (FERREIRA, 1968) e em outras áreas de alimentação do Atlântico Sul ocidental brasileiro (SAZIMA; SAZIMA, 1983; GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011; NAGOAKA *et al.*, 2012), no presente estudo, sua dieta incluiu não apenas os dois principais grupos de algas (Rhodophyta e Chlorophyta), mas também invertebrados.

Esse resultado é incomum, porém corrobora com alguns trabalhos, nos quais se afirma que essas tartarugas são consumidoras primárias de algas, e de forma secundária e oportunista, de invertebrados (BALAZS, 1982; HEITHAUS *et al.*, 2002; AMOROCHO; REINA, 2007; ARTHUR *et al.*, 2009; LEMONS *et al.*, 2011), nos levando a acreditar que algo está pressionando essa população regional a expandir seus hábitos alimentares.

O componente mais importante da dieta das tartarugas verdes adultas para o estado do Ceará foi o táxon *Caulerpa* sp. e para os jovens foi a espécie de alga vermelha *Pterocladia beachiae*. Apesar de haver resultados diferentes para parte das pesquisas ao sul do Brasil (SANTOS *et al.*, 2011), nas quais *Caulerpa* sp. era um táxon evitado, havendo uma preferência por *Ulva* sp., de uma forma geral, há uma prevalência no consumo de Chlorophytas e Rodophytas. Corroborando com outros estudos feitos no Ceará (FERREIRA, 1968) e no sul do

Brasil (AWABDI *et al.*, 2013), uma vez que são, também, táxons com elevada densidade populacional na costa brasileira (BRASILEIRO *et al.*, 2009). A espécie *Pterocladia beachieae* é uma alga típica de ambiente recifal, sendo comum em áreas mais rasas, enquanto a *Caulerpa* sp. costuma habitar ambientes menos consolidados, sugerindo que os juvenis e adultos estariam se alimentando em diferentes regiões. Ademais, a divisão Rhodophyta se destacou em termos de riqueza de espécies, havendo 16 espécies ingeridas, uma vez que esta divisão reúne cerca de 60% de todas as espécies de macroalgas que se distribuem no ecossistema marinho (NORTON *et al.*, 1996). Propriedades como valores elevados de energia, proteína e conteúdo de carboidratos solúveis tornam ambos gêneros de algas citados acima um bom recurso alimentar (MCDERMID *et al.* 2007).

Essa diversidade alimentar é elevada em muitas populações de tartarugas verdes pelo mundo, tanto em jovens quanto em adultas (LÓPEZ-MENDILAHARSU *et al.*, 2008; CARRIÓN-CORTEZ *et al.*, 2010; GUEBERT-BARTHOLO *et al.*, 2011), havendo, entretanto, uma preferência por poucos itens, como evidenciado nos resultados aqui postulados. Essa preferência pode não estar sempre relacionada com a disponibilidade de alimento (RUSSEL; BALAZS, 2009). A dieta desse táxon pode variar devido a fatores que independem da disponibilidade de alimentos, como a influência das marés nas áreas de alimentação, presença de predadores e competição intraespecífica (Fuentes *et al.*, 2006).

Ao cruzar as informações FO% e IIA, percebe-se que os invertebrados são frequentes, mas pouco abundantes, indicando que eles foram ingeridos por acaso, uma vez que algas disputam espaço ou fornecem abrigo para invertebrados. Portanto, é possível afirmar que invertebrados se tornam um alimento acompanhante junto de sua dieta principal, as algas (RUSSEL; BALAZAR, 2011).

Apesar do número pequeno de *E. imbricata* analisadas, pôde-se confirmar o que alguns autores afirmam para essa espécie na costa brasileira, quando jovens são menos seletivos, alimentando-se mais de peixes, crustáceos, moluscos, briozoários, cnidários, ouriços e corais (SANCHES; BELLINI, 1999). Porém, quando adultas, costumam se especializar, buscando principalmente esponjas (LEÓN; BJORNDAL, 2002), assim, seus sítios de forrageio se

relacionam com a presença de formações rochosas e recifes de corais (BJORNDAL, 1997), algo bem presente na costa cearense (Marcovaldi, 2010; Marcovaldi, 2012; Santos *et al.*, 2019; Chambault, 2015).

Ferreira (1968), autor do único trabalho com alimentação de tartarugas marinhas realizado no estado do Ceará, obteve diferentes resultados com relação às espécies de algas mais ingeridas. O presente trabalho utilizou o índice de importância alimentar, buscando equilibrar o peso e a frequência de ocorrência em uma só análise, uma vez que esses animais costumam ingerir fauna e flora acompanhantes durante seu forrageio, havendo essa diferença de metodologia abordada. Ademais, a utilização dos dois primeiros compartimentos do trato digestivo (esôfago e estômago, com exceção do item “bico de lula” encontrado apenas no intestino), conseguindo dados de itens recém ingeridos e em digestão, possibilita uma maior probabilidade de encontrar mais itens e em quantidades diferentes.

Além disso, a presente pesquisa coletou tartarugas, principalmente, de Fortaleza (centro do litoral do estado do Ceará) e Ferreira (1968) trabalhou com tartarugas amostradas em Canoa Quebrada (extremo leste) e Almofala (oeste). Pesquisa recente comprovou que existem diferenças na composição de espécies de algas ao longo do litoral do Ceará (CARNEIRO *et al.*, 2021, no prelo). Portanto, a hipótese de que as tartarugas tendem a se manter em sítios de alimentação diferentes mesmo dentro do mesmo estado/território foi confirmada.

A importância das algas Rodophytas como item alimentar na dieta das tartarugas de pente jovens foi um resultado incomum. Isto porque mesmo quando jovens, os indivíduos dessa espécie buscam se alimentar mais de invertebrados do que de algas (SANCHES; BELLINI, 1999; RINCÓN *et al.*, 2011). É provável que a ingestão da alga ocorra de forma acidental ao ingerir o alimento visado (ex. invertebrados). Portanto, tal resultado não sugere uma mudança na preferência alimentar dessa espécie.

Ainda sobre os itens alimentares, foi observada uma maior diversidade de itens no período seco. Tal padrão foi registrado para ambas as faixas etárias de *C. mydas* e isto decorre provavelmente devido à dominância sazonal de cada recurso alimentar, uma vez que há maior

biomassa dos recursos aqui abordados nesse período (BARROS *et al.* 2013; MATTHEWS-CASCON; LOTUFO, 2006).

5 CONCLUSÃO

As algas marinhas são a dieta preferida das tartarugas verdes no estado do Ceará, destacando-se as Rodophytas e Chlorophytas, havendo a ingestão de outros táxons como fauna acompanhante. Os indivíduos jovens, das três espécies (*C. mydas*, *E. imbricata* e *L. olivacea*), possuem uma variabilidade alimentar maior, havendo preferência por invertebrados. Para as espécies *L. olivacea* e *E. imbricata* adultas há preferência por invertebrados marinhos, buscando, no caso das tartarugas de pente, maior quantidade de esponjas. A importância das Rodophytas na dieta das tartarugas de pente jovens amostradas ressalta a capacidade que esses animais possuem de se adaptar à disponibilidade de alimento no ambiente, embora seja um evento pouco registrado para essa espécie. Não se conhece nenhum estudo publicado que tenha abordado explicitamente essas questões para essa região do Brasil e, portanto, considera-se que essa pode ser uma direção adequada para estudos futuros. Uma melhor abordagem seria o uso da telemetria ou busca ativa de indivíduos para permitir que animais individuais sejam rastreados e, assim, examinar as preferências dentro da área de vida daquele indivíduo.

REFERÊNCIAS

- ABREU-GROBOIS, A.; PLOTKIN, P. *Lepidochelys olivacea*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2008**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>. Acesso em 1 Jun 2019.
- ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, H. Províncias estruturais brasileiras. In: **Simpósio de Geologia do Nordeste**, v. 8, 1977, Campina Grande. SBG, 1977. p.363-391.
- ALVAREZ-VARAS, R; BERZINS, R; BILO, K; CHEVALIER, J; CHEVALIER, D; THOISY, B. D. E; FALLABRINO, A; CRUZ, M. G; KELEZ, S; LOPEZ-MENDILAHARSU, M. **Sea Turtles of South America**, v. n.11, 2016, p. 14-27.
- AMOROCHO, D. F; REINA, R. D. Feeding ecology of the East Pacific green turtle *Chelonia mydas agassii* at Gorgona National Park, **Colombia**. **Endang. Species Res.** V. 3, 2007, p. 43 – 51.
- ARTHUR, K. E; BALAZS, G. H. A comparison of immature green turtle (*Chelonia mydas*) diets among seven sites in the Main Hawaiian Islands. **Pac. Sci.** V. 62, 2008, p. 205 – 217.
- AWABDI, D.R; SICILIANO, S; DI- BENEDITTO, A.P.M. Ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verdes juvenis, *Chelonia mydas* (L. 1758), na costa leste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biotemas** v. 26, n. 1, 2013, p. 197 – 200.
- BABTISTOTTE, C. J. C. A; THOMÉ; K. A; BJORN DAL. Reproductive biology and conservation status of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Espírito Santo, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 4, 2003, p. 523 – 529.
- BAHIA, N.C.F.; BONDIOLI, A.C.V. Interação das tartarugas marinhas com a pesca artesanal de cerco-fixo em Cananéia, litoral sul de São Paulo. **Biotemas** v. 23, n.3, 2010, p. 203 – 213.
- BALAZS, G. H. Growth rates of immature green turtles in the Hawaiian archipelago. In: Bjorndal, K. A. (ed.), **Biology and conservation of sea turtles**. 1 ed. Washington: Smithsonian Institution Press. 1982, p. 117-125.
- BAPTISTA *et al.* (ORG). **Introdução à Geologia Marinha**. Interciência: Rio de Janeiro, 2004, p. 279.

BAPTISTOTTE, C; THOMÉ, J.C.A; BJORN DAL, K.A. Reproductive biology and conservation status of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Espírito Santo State, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 4, n.3, 2003, p. 523 –529.

BAPTISTOTTE, C. Testudines marinhos (tartarugas marinhas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens**: medicina veterinária. São Paulo: Roca, 2014. p. 259.

BARROS, K.V.S.; XIMENES, C.F.; CARNEIRO, P.B.M.; ROCHA-BARREIRA, C.A. & 1111 MAGALHÃES, K.M. Influence of the shoot density of *Halodule wrightii* Ascherson from rocky and sandy habitats on associated macroalgal communities. **Brazilian J. Oceanogr.**, v. 61, n. 4, 2013.

BENHARDOUZE, W.; MUSTAPHA A.; MANJULA T. Incidental captures of sea turtles in the driftnet and longline fisheries in northwestern Morocco. **Fisheries Research**, v. 127, 2012, p. 125-132.

BJORN DAL, K.A., MEYLAN, A.B., TURNER, B.J. 1983. Sea turtle nesting at Melbourne Beach. I. Size, growth, and reproductive biology. *Biological Conservation*. 26(1): 65-77.

BJORN DAL, K. A., BOLTEN, A. B.; LAGUEUX, C. J. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. **Marine pollution Bulletin**, v. 28, n. 3, 1994, p. 154-158.

BJORN DAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz, P.L Musick, J.A., editors. **The biology of sea turtles**, 1997, p.199-232

BUGONI, L; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine Debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*. Great Britain: **Elsevier Science**, v. 42, 2001, p.1330-1334.

CARNEIRO, P.B.M; XIMENES-NETO, A.R; FEITOSA, C.V; BARROSO, C.X; MATTHEWS-CASCON, H; SOARES, M. O; LOTUFO, T.M.C. Marine hardbottom environments in the beaches of Ceará state, equatorial coast of Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 2021.

CARR, A. The Ascension Island Green Turtle Colony. **Copeia**, v.3, 1975 p. 425-429.

CARRIÓN-CORTEZ, J. A; ZARATE, P.; SEMINOFF, J. A. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Islands. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 90, 2020, p. 1005-1013.

CASALE, P; TUCKER, A. D. *Caretta caretta* (amended version of 2015 assessment). **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T3897A119333622.en>. Acesso em: 1 Jun 2019.

CHAMBAULT, P.; PINAUD, D., VANTREPOTTE, V., KELLE, L., ENTRAYGUES, M., GUINET, C.; CHEVALLIER, D. Dispersal and diving adjustments of the green turtle *Chelonia mydas* in response to dynamic environmental conditions during post-nesting migration. **PLoS One**, V. 10, n. 9, 2015.

DODD JR., C.K. Synopsis of the biological data on the Loggerhead Sea Turtle *Caretta caretta*. **Fish and Wildlife Service**, 1988, p. 1-110.

DONOSO, M.; DUTTON, P. H. Sea turtle bycatch in the Chilean pelagic longline fishery in the southeastern pacific: opportunities for conservation. **Biological Conservation**, v.143, n. 11, 2020, p. 2672-2684.

DUARTE, D.L.V; MONTEIRO, D. S; JARDIM, R. D; SOARES, C. M; JUNIOR, A. S. V. Determinação sexual e maturação gonadal de fêmeas da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) no extremo sul do Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, 2011.

FERREIRA, M. M. **Sobre a alimentação da Aruanã, *Chelonia mydas* (Linnaeus), ao longo da costa do Estado do Ceará.** Arquivos da Estação de Biologia Marinha da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1968.

FERREIRA, R. L., MARTINS, H. R., SILVA, A. A; BOLTEN, A. B. **Impact of swordfish fisheries on sea turtles in the Azores**, 2001.

FINKBEINER, E. M.; WALLACE, B. P; MOORE, J. E; LEWISON, R. L; CROWDER, L. B.; READ, A. J. Cumulative estimates of sea turtle bycatch and mortality in USA fisheries between 1990 and 2007. **Biological Conservation** v, 144, n. 11, 2011, p. 2719-2727.

FITZSIMMONS, N.N, LIMPUS, C. J.; NORMAN, J.A; GOLDIZEN, A.R; MILLER, J. D; MORITZ, C. Philopatry of male marine turtles inferred from mitochondrial DNA markers. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 94, n. 16, 1997, p. 8912-8917.

FORTALEZA. **Plano Diretor Participativo de Fortaleza**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza. 2009 Disponível em: <http://legislacao.fortaleza.ce.gov.br/index.php/Plano_Diretor>, acesso em 01 de junho de 2019.

FORTALEZA. **Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF)**. Plano de Manejo das Unidades de Conservação Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS) e Área de Proteção Ambiental (APA) de Sabiaguaba. Fortaleza, 2010, 304p. Disponível em: <<https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/infocidade/41-plano-de-manejo-da-sabiaguaba>> Acesso em 01 de junho de 2018 às 15:40.

GROSSMAN, A; MENDONÇA, P; COSTA, M. R; BELLINI, C. Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserva, Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v. 118, 2007, p. 12-13.

GUEBERT-BARTHOLO, F. M; BARLETTA, M.; COSTA, M. F; MONTEIRO-FILHO, E.L.A. Using gut content to access foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, v.13, 2011, p. 133-143.

GUEBERT, F. M. **Ecologia alimentar e consumo de material inorgânico por tartarugas verdes, *Chelonia mydas*, no litoral do Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas- Zoologia), Paraná, Universidade Federal do Paraná, 2008, 76p.

HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, 2001, 9p.

HAY, M. E; FENICAL, W. Marine plant-herbivore interactions: The ecology of chemical defenses. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 19, 1988, p.111-145.

HEITHAUS, M. R; MCLASH, J.M; FRID, A; DILL, L. M; MARSHAL G. J. Novel insights into the behavior of sea turtles from animal-borne cameras. **J. Mar. Biol. Assoc.** v. 82, 2002, p. 1049 – 1050.

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

HIRTH, H.F. 1980. Some aspects of the nesting behaviour and reproductive biology of sea turtles. **American Zoology**. v. 20, 1980, p. 507-523.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Base de dados por municípios das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias do Brasil**, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 28 de maio de 2020.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**, v.4, Brasília: ICMBio, 2018, 252 p.

JAMES, M.C., ECKERT, S.A., MYERS, R.A. Migratory and reproductive movements of male leatherback (*Dermochelys coriacea*). **Marine Biology**, v.147, n. 4, 2005, p. 845-853.

INESP - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Caderno Regional Da Sub-Bacia Do Metropolitana**. Fortaleza: INESP, 2009.

JENSEN, M. P.; CAMRYN D. A.; TOMOHARU, E.; IAN P. B.; LACASELLA, E; HILTON, W. A.; HOF, C.A. M.; DUTTON, P. H. Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. **Current Biology**, v. 28, n. 1, 2018, p. 154-159.

KLOAREG, B.; QUATRANO, R. S. Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the matrix polysaccharides. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.**, v. 26, 1988, p. 259-315.

LAZAR, B.; GRAČAN, R. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. **Marine pollution Bulletin**, v. 62, n. 1, 2011, p. 43-47.

LEMONS, G.E; LEWISON, R.L; KOMOROSKE, L.M; GAOS, A.R; LAI, C.T; DUTTON, P.H; EGUCHI, T; LEROUX, R.A; SEMINOFF, J.A. Trophic ecology of green sea turtles in a highly urbanized bay: Insights from stable isotopes and mixing models. **J. Exp. Mar. Bio. Ecol**, v. 405, 2011, p. 25–32.

LEÓN, Y.M; BJORNDAL, K. A. Selective feeding in the hawksbill turtle, an important predation in coral reef ecosystems. **Marine Ecology Progress**. 2002, p. 249- 258

LIBERATI A.; ALTMAN D.G.; TETZLAFF J.; MULROW; GÖTZSCHE P.; IOANNIDIS J.P.A; The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **PLoS Med**, v. 6, n.7, 2009.

LIMA, E.H.S.M.; MELO, M. T. D.; SPIANDORIN, M.; SANTANA, L.M.B.M. Segundo levantamento de encalhes de tartarugas marinhas registradas pelo projeto TAMAR-IBAMA no litoral do Ceará durante os anos de 2005 e 2006. **XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar**, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: AOCEANO, 2007.

- LIMA, E. H. S. M.; MELO, M. T. D. Recaptura de tartarugas marinhas registradas pelo Projeto TAMAR-IBAMA no Ceará durante o período de 1993 a 2006. In: **XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar**, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis: AOCEANO, 2007.
- LIMPUS, C. J. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: breeding males in the southern Great Barrier Reef. **Wildlife Research**, v.20, n.4), 1993, p. 513-523.
- LOBBAN, C. S., HARRISON, J. P. **Seaweed ecology and physiology**. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 336p. 1997.
- LOHMAN, K.J.; LOHMAN, C.M.F. Migratory guidance mechanisms in marine turtles. *Journal of Avian Biology*, v. 29, 1998, p. 585-596.
- LOHMANN, K.J; WITHERINGTON, B.E; LOHMANN, C.M.F; SALMON, M. Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., editors. **The Biology of Sea Turtles**: volume I. Boca Raton: CRC Press. CRC marine science series, 12, 1997, p. 107-135.
- LOPES-SOUZA, A.; SCHIAVETTI, A.; ÁLVAREZ, A. R. Analysis of marine turtle strandings (Reptilia: Testudine) occurring on coast of Bahia State, **Brazil**. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 13, n.43, 2015, p. 675-683.
- LÓPEZ-MENDILAHARSU, M; GARDNER, S. C; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R; SEMINOFF, J. A. Diet selection by immature green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging ground along the Pacific Coast of the Baja California Peninsula, México. **Journal of the Marine Biological Association of the UK.**, 2008, p. 641-647.
- LOPEZ-MENDILAHARSU, M., S. C; GARDNER, J. A; SEMINOFF, RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 15, 2005, p. 259–269.
- LUTCAVAGE, M.E; PLOTKIN, P; WITHERINGTON, B; LUTZ, P.L. Human impacts on sea turtle survival, p. 387-409. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. (Eds.). **The Biology of Sea Turtles**. CRC Press. 1997.
- MACHOVSKY-CAPUSKA, G.E., MILLER, M.G., SILVA, F.R., AMIOT, C., STOCKIN, K.A., SENIOR, A.M., SCHUCKARD, R., MELVILLE, D., RAUBENHEIMER, D. The nutritional nexus: linking niche, habitat variability and prey composition in a generalist marine predator. **J. Anim. Ecol.** vol.87, 2018, p. 1286–1298. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12856>.

- MACHOVSKY-CAPUSKA GE, ANDRADES R, SANTOS RG (2020) Debris ingestion and nutritional niches in estuarine and reef green turtles. *Mar Pollut Bull* 153:110943.
- MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. G.; SOARES, L. S.; LIMA, E. H. S. M.; THOMÉ, J. C. A.; ALMEIDA, A. P. Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behavior in northeastern Brazil. **Endangered Species Research**, v.1, n.12, 2010, p. 263-272.
- MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. G.; SOARES, LIMA E. H. S. M.; BARATA, P. C. R, BRUNO S. C.; ALMEIDA, A. P. In press. Satellite telemetry studies highlight an important feeding ground for loggerheads and hawksbills in northern Brazil. In: **ANNUAL SYMPOSIUM ON SEA TURTLE CONSERVATION AND BIOLOGY**, 29., 2009. Brisbane, Australia. Proceedings... Australia: [s.n.], 2009.
- MARCOVALDI, M. Â.; MARCOVALDI, G. G. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological Conservation**, Washington, n.91, p.35-41, 1999.
- MARCOVALDI, M. A.; VIEITAS, C. F; GODFREY, M. H. Nesting and conservation management of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in northern Bahia, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**. Massachusetts, v. 3, n. 2, p. 301-307, 1999.
- MASCARENHAS, R; SANTOS, R; ZEPPELINI, D. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba, Brazil. **Turtle Newsletter**, 107, 13-14. 2005.
- MATTHEWS-CASCON, H. & LOTUFO, T.M.C. **Biota marinha da costa oeste do Ceará**. MMA, 248 p., Brasília, 2006.
- MCDERMID, K.J., STUERCKE, B., BALAZS, G.H., 2007. Nutritional composition of marine plants in the diet of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Hawaiian Islands. **Bull. Mar. Sci.** 81, 55–71.
- MEYLAN, A. B., AND M. DONNELLY. 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** 3:200–22, 1999.
- MORTIMER, J. A.; DONNELLY, M. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). 2008. *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T8005A12881238. Visto em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T8005A12881238.en>>. Downloaded on 1 Jun 2019.

MOTTA-JUNIOR, J. C.; LOMBARDI, J. A.; TALAMONI, S. A. Notes on Crab-eating fox (*Dusicyon thous*) seed dispersal and food habits in southeastern Brazil. *Mammalia*. Paris. v.58, 1994, p. 156-159.

NMFS and USFWS (U.S. Fish and Wildlife Service). Recovery Plan for U.S. Population of Atlantic Green Turtle *Chelonia mydas*, Washington, DC, 1991.

NOGUEIRA, M. M.; ALVES, R.R.N. Assessing sea turtle bycatch in Northeast Brazil through an ethnozoological approach. **Ocean & Coastal Management**, v. 133, 2016, p. 37-42.

NORTON TA, MELKONIAN M AND ANDERSEN RA (1996) **Algal biodiversity**. *Phycologia* 35:308-326

OLIVEIRA, E. C., P. A. HORTA, C. E. AMANCIO; C. L. SANT'ANNA. **Algas e Angiospermas Marinhas Bênticas do Litoral Brasileiro**: Diversidade, Exploração e Conservação. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009, 60 p. Disponível em: < http://www.anp.gov.br/brnd/round6/guias/perfuracao/perfuracao_r6/refer/plantas_marinhas.pdf >. Acesso em: maio de 2020.

PAUL, V. J., FENICAL, W. Chemical defense in tropical green algae, order Caulerpales. **Marine Ecology Progress Series**, v. 34, 1986, p. 157-169.

PINHEIRO-JOVENTINO, F.; DANTAS, N. P.; MARASCHIN, C. D. H. Distribuição de algas marinhas no litoral de Fortaleza, Ceará, Brasil. **Fortaleza**: Arquivos de Ciências do Mar. v. 31, 1998, p. 29-40.

POLI, C; LOPEZ, L. C. S; MESQUITA, D. O; SASKA, C; MASCARENHAS, R. Patterns and inferred processes associated with sea turtle strandings in Paraíba State, Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, João Pessoa, v.74, n.2, 2014, p.283-289.

POLOCZANSKA, E. S; LIMPUS, C. J.; HAYS, G. C. Vulnerability of marine turtles to climate change. **Advances in Marine Biology**. v. 56, p. 151-211, 2009.

PUESCHEL, C. M. An ultrastructural survey of the diversity of crystalline, proteinaceous inclusions in red algal cells. **Phycol**, v. 31, 1992, p. 489-499.

PUESCHEL, C. M. Protein crystals in *Haplogloia kuckuckii* (Chordariales, Phaeophyceae): another mechanism for nitrogen storage in brown algae? **Phycol**, v.33, 1994, p. 91-96.

PUPO, M. M.; JULES M. R S; HANAZAKI N. Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v.19, n. 4, 2006, p. 63-72.

RINCON-DIAZ, M. P; DIEZ, C. E; VAN DAM, R. P; SABAT, A. M. Foraging Selectivity of the Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Culebra Archipelago, Puerto Rico. **Journal of Herpetology**, v.45, n. 3, 2011, p. 277–282.

RUSSELL, D. J; HARGROVE, S; BALAZS, G.H. Marine sponges, other animal food, and nonfood items found in digestive tracts of the herbivorous marine turtle *Chelonia mydas* in Hawai'i. **Pac Sci**, v. 65, p. 375–381.2011.

SALES, G.; GIFFONI, B. B.; MAURUTTO, G.; BRUNZIN, M. Captura incidental de tartarugas marinhas pela frota de rede de emalhe de deriva sediada em Ubatuba, São Paulo- Brasil. In: **Jornadas de conservación y uso sustentable de la fauna marina**, 2., reunión de investigación y conservación de las tortugas marinas del atlántico sur occidental, 1., 2003. Montevideo. Libro de Resúmenes..., [Sl.: s.n.], 2003. p.65.

SANCHES, T. M.; BELLINI, C. Juvenile *Eretmochelys imbricata* and *Chelonia mydas* in the Archipelago of Fernando de Noronha, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**. v. 3, n. 2. p. 308-31, 1999.

SANTAELLA, S. T (*et al*). **Resíduos Sólidos e a Atual Política Ambiental Brasileira**. Fortaleza: LABOMAR/UFC, 2014.

SANTANA, L. M. B. M.; LOTUFO, L. V. C.; ABESSA, D. M. S. A Contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil - Revisão. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 93-115, 2015.

SANTOS, A. S (*et al*). **Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas**. Organizadores: Maria Ângela Azevedo Guagni Dei Marcovaldi, Alexsandro Santana dos Santos. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO, 2011, 120 p.

SANTOS, R. G (*et al*). Coastal habitat degradation and green sea turtle diets in Southeastern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, 62(6), 2011b. p.1297-1302.

SANTOS, E. A (*et al*). Olive ridley inter-nesting and post-nesting movements along the Brazilian coast and Atlantic Ocean. **Endangered Species Research**, v. 40, 2019, p. 49-162.

SAZIMA, I; SAZIMA, M. Aspectos de comportamento alimentar e dieta da tartaruga marinha, *Chelonia mydas*, no litoral Norte Paulista, São Paulo. **Boletim Instituto Oceanográfico**, 1983, n. 32: p. 199-203.

SEMINOFF, J. A. Southwest Fisheries Science Center, U.S. 2004. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004. Disponível em <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en>. Acesso em: 1 Jun 2019.

SILVA, A. C. C. D. da; CASTILHOS, J. C. de.; SANTOS, E. A. P. dos.; BRONDIZIO, L. S.; BUGONI, L. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. **Ocean & Coastal Management**, n.53, p.570-576, 2010.

SILVA, C. R. de O. **Tartarugas marinhas do brasil- comportamento e conservação**. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas licenciatura) - Faculdade de Ciências de Saúde, Centro Universitário de Brasília, 2001.

SOARES, L. P., CARNEIRO, P. B. DE M.; FUJII, M. T. New records of red seaweeds to the coast of Ceará State. **Hoehnea**, v.45, n.2, 2018, p. 323–347.

SOARES, M. O (*et al*). Oil spill in South Atlantic (Brazil): Environmental and governamental disaster. **Marine Policy**, v. 115, 2020.

SPOTILA, J. R. *Sea Turtles: A Complete Guide to Their Biology, Behavior, and Conservation*. **The Johns Hopkins University Press**, 2004

TOMÁS, J; GOZALBES, P; RAGA, J. A.; GODLEY, B. J. Bycatch of loggerhead sea turtles: insights from 14 years of stranding data. **Endangered Species Research** v. 5, n. 2-3, 2008, p. 161–169.

TOMÁS, J.; GUITART, R.; MATEO, R.; RAGA, J. A. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, n. 3, 2002, p. 211– 216.

TOMMASI. L. R. Impacto da disposição oceânica de esgotos municipais no ambiente costeiro: uma síntese. **Engenharia Sanit.** 26(4). 1987. pp 412 – 418.

TROËNG, S.; CHALOUPKA, M. Variation in adult annual survival probability and remigration intervals of sea turtles. **Mar Biol**, v. 151, 2007, p. 1721–1730.

CAPÍTULO 2: Ingestão de resíduos sólidos e efeitos sobre a sobrevivência de três espécies de tartarugas marinhas no litoral Noroeste do Atlântico Sul

RESUMO

No Brasil ocorrem cinco espécies de tartarugas marinhas: tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), as quais se alimentam e se reproduzem na costa brasileira. Esse táxon é considerado cosmopolita, migrando ao redor do globo e são conhecidas apenas sete espécies em todo o planeta. Ao longo das últimas décadas as populações desse táxon reduziram de forma alarmante, colocando todas as espécies em risco de extinção. É ainda um cenário comum o encalhe nas praias cearenses com suspeita de ingestão de lixo ou interação danosa com artes de pesca, na maioria das vezes, de tartarugas mortas. Em vista disso, a presente pesquisa tem como objetivo de identificar e tipificar a ingestão de resíduos antropogênicos, além de registrar e investigar as motivações de encalhes desses espécimes nas praias do estado do Ceará. A análise do conteúdo gastrointestinal foi utilizada como meio de investigação dos itens alimentares. As coletas foram realizadas entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020, totalizando 25 amostras, onde 18 foram necropsiadas. Desse total, 20 pertenciam à espécie *C. mydas* (15 jovens e 5 adultas, sendo 10 fêmeas, 8 sem sexo definido e apenas dois machos), dois *L. olivacea* (fêmeas adultas) e três *E. imbricata* (fêmeas, duas jovens e uma adulta). Como resultado, 22 ingeriram algum tipo de resíduo sólido (RS) e três tiveram interação com artes de pesca. Ressalta-se ainda que em novembro/2019 o derramamento de óleo foi noticiado com um dos maiores desastres ambientais do país e das 25 amostras, 17 espécimes foram afetados, sendo possível associar essa ingestão à *causa mortis* nos animais que puderam ser necropsiados. A pesquisa e suas metodologias foram realizadas com autorização via Licença emitida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), de número 53083-8.

Palavras-chave: espécies ameaçadas de extinção, resíduos antrópicos, poluição por petróleo, conservação biológica.

**Inorganic material intake and effects on the survival of the green turtle, *Chelonia mydas*,
off the coast of the State of Ceará**

ABSTRACT

Five species of sea turtles occur in Brazil: loggerhead turtle (*Caretta caretta*), hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*), green turtle (*Chelonia mydas*), olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) and leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*), which feed and reproduce on the Brazilian coast. This taxon is considered cosmopolitan, migrating around the globe, and only seven species are known on the entire planet. Due to the drastic reduction of sea turtles over the last decades, the threat to populations of Brazilian species is alarming, with all species at risk of extinction. It is still a common scenario to strand on Ceará's beaches with suspicion of ingestion of garbage or harmful interaction with fishing gear, most of the time, of dead turtles. In view of this, this research aims to identify and typify the ingestion of anthropogenic waste, in addition to recording and investigating the reasons for stranding these specimens on the beaches of the state of Ceará. Gastrointestinal content analysis was used as a means of investigating food items. Collections were performed between February 2019 and September 2020, totaling 25 samples, with only 18 necropsied. Of this total, 20 belonged to the species *C. mydas* (15 young and 5 adults, 10 females, 8 without a defined sex and only two males), two *L. olivacea* (adult females) and three *E. imbricata* (female, two young and an adult). As a result, 22 ingested some type of solid waste (SR) and three had interaction with fishing gear. It is also noteworthy that in November/2019 the oil spill was reported as one of the biggest environmental disasters in the country, and, of the 25 samples, 17 specimens were affected, and it is possible to associate this ingestion with the cause of death in animals that could be necropsied. The research and its methodologies were carried out with authorization via a License issued by the Biodiversity Information and Authorization System (SISBIO), number 53083-8.

Keywords: endangered species, anthropogenic debris, oil pollution, biological conservation.

1 INTRODUÇÃO

Um dos problemas mais estudados na última década e que mais preocupa a comunidade científica é a quantidade de resíduos sólidos que entra nos oceanos a cada ano. Estima-se que 4 a 12 milhões de toneladas de plástico saem do continente e adentram os mares anualmente (JAMBECK *et al.*, 2015), tornando-o o principal componente dos detritos marinhos (IVAR DO SUL; COSTA, 2007). Com sua natureza persistente, peso leve e grande capacidade de dispersão, o plástico foi rapidamente reconhecido como uma ameaça ambiental global que afeta gravemente o ecossistema marinho (BERGMANN *et al.*, 2015).

No Brasil, apenas 45% do lixo tem destinação ambientalmente correta. A região Nordeste é a que mais produz lixo e o Ceará é o segundo maior produtor desta região (ABRELPE, 2015). Entretanto, o estado do Ceará se antecipou à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei n. 12.305/2010) em quase uma década, instituindo sua Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei Estadual n° 13.103/2001). Nas praias de Fortaleza, a capital do estado, o problema do lixo é cada vez mais visível para quem as frequenta.

A ingestão e o emaranhamento em detritos, principalmente plásticos, foram relatados para uma grande variedade de organismos, desde os microscópicos zooplânctons até as grandes baleias (KÜHN, 2015). Foram relatados casos de ingestão de plástico no ambiente marinho em mais de 700 espécies (GALL; THOMPSON, 2015) e o número de ocorrências está aumentando constantemente. Em algumas áreas, populações inteiras estão em risco (KNOWLTON *et al.*, 2012; RICHARDS; BEGER, 2011), gerando efeitos em cascata que podem, eventualmente, resultar na interrupção de suas funções e serviços ecossistêmicos (NEWMAN *et al.*, 2015). Ao engolir fragmentos de artes de pesca, as tartarugas marinhas, assim como outras espécies da megafauna, podem ter seus órgãos internos machucados ou podem se prender em algum petrecho e perder a eficiência natatória, ficando impossibilitadas de emergir da água para respirar (SANTOS *et al.*, 2011; ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2016).

Muitas tartarugas não diferenciam lixo de alimento (FECHINE, 2007; SANTANA *et al.*, 2015), podendo causar efeitos letais e subletais quando ingerido de forma proposital (MCCAULEY; BJORN DAL, 1999) ou quando misturados com presas naturais (DI

BENEDITTO; AWABDI, 2014). As consequências diretas da ingestão podem variar desde lesões internas e bloqueio intestinal, interferência no comportamento de natação e flutuabilidade, até o acúmulo de plastificantes ou metais pesados e outras toxinas, como PCBs (Bifenilos policlorados) (NELMS *et al.*, 2016). Enquanto as indiretas envolvem a ingestão de resíduos contaminados com metais pesados e/ou toxinas diversas, os quais podem causar infecções das mais variadas, inclusive por herpesvírus. Este vírus ocasiona a fibropapilomatose, uma doença de origem infecciosa, debilitante e potencialmente letal (MCCAULEY; BJORN DAL, 1999; TAMAR, 2009).

As tartarugas marinhas são consideradas espécies migratórias por utilizarem uma grande área geográfica com múltiplos habitats (BOLTEN, 2003). Seus complexos ciclos de vida as tornam particularmente vulneráveis à poluição marinha, principalmente em seus estágios de vida oceânicos e enquanto jovens (SHUYLER *et al.*, 2014). Esses animais distribuem-se amplamente entre as bacias oceânicas, com registros desde o Ártico até a Tasmânia. No entanto, a maior parte das ocorrências reprodutivas está concentrada em regiões tropicais e subtropicais, onde há maior incidência de descarte de lixo continental nos oceanos (MÁRQUEZ, 1990).

As cinco espécies de tartarugas marinhas (*Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, *Lepidochelys olivacea* e *Dermochelys coriacea*) que ocorrem na costa brasileira possuem preferências de habitat distintas que variam, principalmente, com seu hábito alimentar, o qual varia com sua fase de vida. Os jovens e adultos de *E. imbricata* alimentam-se, principalmente, em substratos consolidados (e.g. recifes), tendo como presas crustáceos, moluscos, briozoários, celenterados, ouriços, esponjas e algas (SANCHES; BELLINI, 1999). A tartaruga oliva *L. olivacea* alimenta-se de salpas, peixes, moluscos, crustáceos e algas em uma variedade de habitats, desde zonas costeiras a ambientes pelágicos distantes da costa (BJORN DAL, 1997). A tartaruga verde, *C. mydas*, apresenta hábitos mais costeiros, preferindo angiospermas marinhas e algas, durante a fase juvenil, pós-fase pelágica e fase adulta (BUGONI *et al.*, 2003), utilizando inclusive o ecossistema estuarino como área de alimentação e descanso (HIRTH, 1997; SANTOS *et al.*, 2011). Porém, nos primeiros anos de vida apresentam uma dieta onívora, com tendência carnívora (BJORN DAL 1997).

Assim, o litoral do Ceará é uma das áreas importantes no Atlântico Sul para alimentação e desenvolvimento das espécies de tartarugas marinhas brasileiras *C. mydas* (LIMA; MELO, 2007; MARCOVALDI 2010; MARCOVALDI 2012; CHAMBAULT 2015; ICMBIO 2018), apresentando extensos bancos de macroalgas (PINHEIRO-JOVENTINO *et al.*, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2009), alimento preferencial desta espécie (LIMA; MELO, 2007 e BUGONI *et al.*, 2003).

Devido à redução drástica das tartarugas marinhas ao longo das últimas décadas, a ameaça às populações das espécies brasileiras é alarmante (LUTCAVAGE *et al.*, 1997; ICMBIO, 2018). Mudanças de disponibilidade de recursos alimentares, de circulação de correntes marinhas e até ventos podem comprometer seu ciclo de vida longo e complexo (LUTCAVAGE *et al.*, 1997). Todas as espécies que habitam os mares brasileiros estão ameaçadas de extinção em algum nível (ICMBIO, 2018), sendo o estado do Ceará uma área importante de alimentação para as cinco espécies que habitam o litoral do país (ICMBIO 2018), recebendo animais tanto da costa leste do Brasil quanto do norte da América do Sul e, ocasionalmente, da América Central (MARCOVALDI, 2010; MARCOVALDI, 2012; SANTOS, 2019; CHAMBAULT, 2015; ALVAREZ *et al.*, 2016).

Não obstante o descaso com o problema dos resíduos sólidos, em 2019 mais de 3 mil quilômetros do litoral do Brasil, distribuídos em mais de 127 municípios em 11 estados, foram atingidos por um derramamento de petróleo. A mancha de óleo se espalhou por praias e mangues da costa nordeste, chegando a áreas marinhas protegidas como o Parque Nacional de Abrolhos, um dos principais bancos de corais e berços de biodiversidade marinha do Atlântico Sul (SOARES *et al.*, 2020). A quantidade total de óleo derramado ainda é desconhecida, porém mais de 4.500 toneladas foram retiradas das praias. Com o evento, centenas de animais foram atingidos e vieram a encalhar nas praias das regiões afetadas. As espécies *C. mydas*, *E. imbricata* e *L. olivacea* estavam dentre as espécies de tartarugas marinhas encontradas oleadas (SOARES *et al.*, 2020), sendo o grupo de fauna mais afetado pelo evento (DISNER; TORRES, 2020).

A ingestão de detritos por tartarugas marinhas no Brasil foi, previamente, abordada por Bugoni *et al.* (2001), Frick *et al.* (2009), Guebert-Bartholo *et al.* (2011), Lopez-Souza *et al.* (2015), Poli *et al.* (2015) e Guimarães *et al.* (2020). No entanto, até o momento, não houve um

foco para os casos de encalhes e para a análise de seu trato gastrointestinal do Noroeste Atlântico Sul (Tabela 3), sendo necessária uma coleta e expansão dos dados existentes para essa região, para avaliar de forma completa as ameaças às tartarugas marinhas causadas pela ingestão de resíduos no Brasil. Assim, a presente pesquisa busca testar as seguintes hipóteses: (1) serão encontrados resíduos sólidos dos mais variados nas amostras do trato digestório analisado, com prevalência de debris plásticos, e (2) a poluição marinha causada por meso e macrolixo pode ser uma das causadoras, direta ou indiretamente dos encalhes e óbitos de tartarugas marinhas que ocorrem em Fortaleza.

Tabela 3 - Publicações envolvendo dados obtidos no Brasil sobre a ingestão de resíduos sólidos por tartarugas marinhas.

| N | Espécies | N c/ Lixo | % Lixo | Período | Local de coleta | Referência |
|------|-------------|--------------|-----------|-----------|------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | CM | 1 | 100 | 2003 | Paraíba | Mascarenhas et al. (2004) |
| 34 | CM | 34 | 100 | 2006/7 | Rio Grande do Sul | Tourinho et al (2010) |
| 45 | CM; EI | 27 | 60 | 2006/7 | Bahia | Macedo et al. (2011) |
| 2332 | Múltiplas | 772 | 33 | 1988/2007 | Global | Schuyler et al. (2013) |
| 265 | CM | 185 | 70 | 2009/13 | Sergipe, Santa Catarinas, Rio de Janeiro e São Paulo | Santos et al (2015) |
| 20 | CM | 20 | 100 | 2008 | São Paulo | S. da Silva et al (2015) |
| 23 | Múltiplas | 9 | 39 | 2011 | Rio de Janeiro | R.H. de Carvalho et al. (2015) |
| 98 | CM.; EI; LO | 20 | 20 | 2009/10 | Paraíba | Poli et al. (2015) |
| 86 | Múltiplas | 49 | 57 | 2013/17 | Rio Grande do Sul e Uruguai | M. Rizzi et al (2019) |
| 43 | CM | 35 | 81 | 2019 | Espírito Santo | G.E. Machovsky-Capuska, et al (2020) |
| 25 | CM.; EI; LO | 22 | 88 | 2019/20 | Ceará | Presente Trabalho |

Fonte: Referenciadas na tabela; Legenda: CM: *C. mydas*, EI: *E. imbricata*, LO: *L. olivacea*.

Ademais, durante os últimos cinco anos, o GTAR-Verdeluz, um projeto de conservação de tartarugas marinhas, do instituto Verdeluz, sediado em Fortaleza-CE realiza monitoramentos de praia, sendo comum encontrar resíduos plásticos dos mais variados, além dos resultados das necropsias, feitas desde 2015, onde o tipo de resíduo sólido, encontrado nos intestinos dos animais, mais abundante é o plástico (FEITOSA *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2017; FEITOSA *et al.* 2017; LIMA *et al.*, 2017; VILANOVA *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2021). Portanto, o objetivo deste estudo foi quantificar a ingestão de resíduos sólidos por tartarugas marinhas que encalham mortas no estado do Ceará (Brasil), associando-os com possíveis interferências antropogênicas.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada ao longo da área costeira do estado do Ceará (Figura 1), que possui 148.920,472 km² de área e 573 km de litoral, sendo uma das faixas litorâneas do ponto de vista turístico de maior relevância no país (BORZACCHIELLO, 2007). Nesta região há predominância de ecossistemas mangues e restingas, possuindo vegetação litorânea típica, além de áreas sem vegetação recobertas por dunas (BORZACCHIELLO, 2007). O movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é responsável pelo padrão de ventos, a saber: ventos alísios de nordeste e sudeste. Estes possuem direção de norte a sul com as mudanças das estações, sendo caracterizadas pela intensa nebulosidade e pela baixa pressão atmosférica (MAIA, 1998). No ramo da conservação, estão situadas no Estado 58 unidades de conservação, distribuídas em diversas esferas: 11 federais, 20 estaduais, 13 municipais e 14 particulares (BORZACCHIELLO, 2007). Em âmbito federal, o Parque Nacional de Jericoacoara e as RESEX do Batoque e Prainha do Canto Verde têm destaque. O Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio tem sua relevância por ser a única unidade de conservação com território 100% marinho do Estado. O Ceará apresenta duas estações do ano distintas, caracterizadas pela

precipitação pluviométrica na região: uma chuvosa, de dezembro a maio, e a seca, que vai de junho a novembro (INESP 2009) (Figura 01).

2.2 Coleta de dados e amostragem

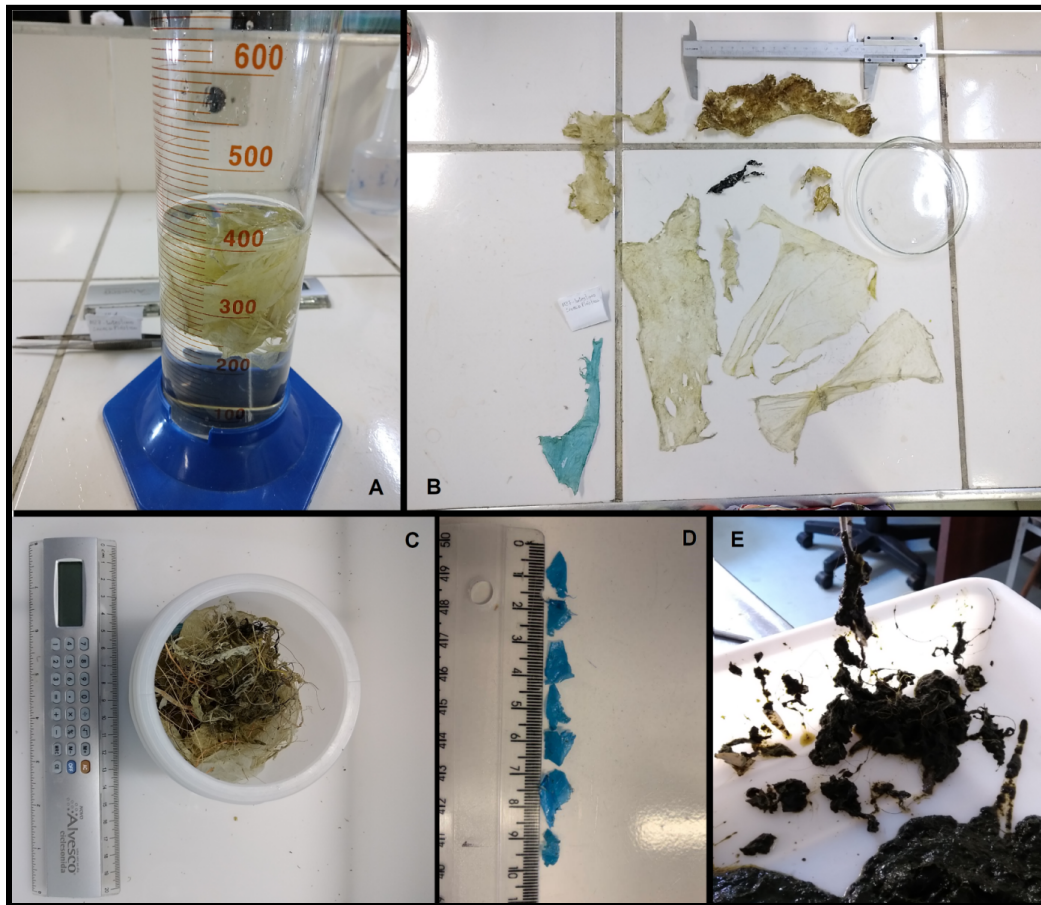
O material analisado foi coletado no período de fevereiro de 2019 a agosto de 2020, a partir de tartarugas encontradas mortas ao longo do Estado do Ceará, ou que vieram a óbito antes de ser possível mobilizar seu resgate e reabilitação. Seus corpos, órgãos individuais ou conteúdos foram congelados em -20°C , para posterior análise. Quando possível, os espécimes foram levados para o Laboratório de Anatomia Veterinária da Universidade Estadual do Ceará (UECE) para necropsia, seguindo a literatura de Wyneken (2001). Animais em elevado estado de decomposição foram abertos em campo e seu trato gastrointestinal (TGI) foi removido. Amarras foram postas entre o esôfago, estômago, intestino e reto, sendo refrigerado para posterior análise no Laboratório de Dinâmica Populacional e Ecologia de Peixes Marinhos (DIPEMAR) do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR/UFC).

Antes de realizar as necropsias, os indivíduos foram pesados (0,01 kg), submetidos à biometria com graduação milimétrica (comprimento curvilíneo da carapaça - CCC e largura curvilínea da carapaça - LCC), identificados a nível de espécie, além de distribuídos em categorias segundo o tamanho/idade estimada (jovem, adulto e indeterminado; Tabela 1 pág. 30), score corporal (C1.caquético, C2. magro e C3. ideal) e sexo (macho, fêmea e indeterminado), de acordo com Wyneken (2001) e Santos (2011). Os espécimes foram fotografados e quaisquer observações externas foram anotadas (e.g. cracas, tumores, escoriações). Para tanto foram utilizados balança comercial de gancho e fita métrica.

O conteúdo de cada seção (e.g. esôfago, estômago, intestino e reto) foi filtrado em peneiras de 0,5 mm de malha e triado a olho nu ou com microscópio estereoscópico, utilizando-se água limpa corrente (Figura 8B, 8C, 8D, 8E). Todos os *debris* foram postos para secar ao ar livre, pesados em balança (0,001g), tendo seu volume medido por deslocamento da coluna d'água (MOTTA-JUNIOR *et al.*, 1994; GUEBERT, 2008) (Figura 8A) usando-se uma

proveta graduada variando entre 10 a 1000ml. Seguindo o proposto pela UNEP em “Orientações sobre monitoramento de lixo marinho” (CHESHIRE *et al.*, 2009), cada item foi classificado com relação ao seu material base em: (1) plástico, (2) tecido, (3) borracha e (4) petróleo. Ainda, cada item foi associado a uma cor (branco, transparente, amarelo, azul, verde, preto, cinza, marrom, vermelho e laranja). Os itens com menos de 20 mm foram classificados como “mesoplásticos” e acima de 20 mm como “macroplásticos” (RYAN *et al.*, 2009).

Figura 8 - Resíduos plásticos e conteúdo intestinal oleados coletados do TGI de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



Fonte: Autor. Legenda: A: Medição do volume de uma sacola plástica ingerida B, C e D: Resíduos plásticos encontrados nos intestinos de algumas tartarugas triadas E: Parcela de bolo alimentar do intestino, contendo óleo espesso, sugestivo de petróleo.

Todos os resultados morfométricos das tartarugas marinhas coletadas estão apresentados em centímetros, com representação em mediana, percentis e amplitude de variação. Para a análise dos dados de ocorrência dos resíduos sólidos no TGI, foram calculadas suas frequências nos diferentes compartimentos. Foram realizados teste de normalidade e de homocedasticidade dos dados e as análises estatísticas foram realizadas considerando todos os animais independente da espécie, pois o *n* coletado não permitiu análises mais aprofundadas nas espécies separadas, e foi feita a comparação entre os dados considerando todas as espécies e apenas a espécie *C. mydas*, não havendo discrepância em ambos resultados.

De acordo com os dados obtidos foi analisada a abundância de cada resíduo registrado no total de conteúdo, obtido pelo número de pedaços ingeridos, classificados por tipo de material, coloração e área ocupada. Para analisar a diferença de quantidades em peso das cores ingeridas, as cores rosa, marrom e roxo foram colocadas no grupo “outros”.

2.3 Análise de Dados

Os dados referentes ao CCC, peso das tartarugas, peso dos resíduos sólidos, peso/cores e dos resíduos flexíveis/não flexíveis foram testados quanto à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade dos dados (teste de Levene). Os resíduos sólidos foram classificados em classes de comprimento (cm) de acordo com a fórmula de Sturges ($k=8,757$), sendo gerado um histograma com 9 classes com 843,93 cm de amplitude.

O teste não paramétrico de Mann-Whitney foi utilizado para comparar o peso dos resíduos flexíveis e rígidos, bem como entre o período seco e chuvoso. O peso dos tipos de resíduos, bem como o peso/cores, e o peso dos resíduos por compartimento (esôfago, estômago e intestino) foram testados pelo teste de Kruskal-Wallis. O teste de Dunn foi utilizado como post-hoc. A relação do comprimento curvilíneo da carapaça e o escore corporal foi avaliada pela correlação de Spearman. Foi realizada uma análise de agrupamento com o índice de similaridade de Jaccard com os 18 indivíduos necropsiados e dados binários de presença/ausência, considerando os fatores: IO (presença de petróleo no TGI), EO (presença de petróleo tóxico),

FIB (presença de fibropapilomas), FI (interação com a pesca), ESOD (presença de resíduo sólido no esôfago), ESTD (presença de resíduo sólido no estômago), ID (Presença de resíduo sólido no intestino), DP (morte relacionada com a ingestão de resíduos sólidos), DP (morte relacionada com a ingestão de petróleo) e SC (escore corporal). As análises foram realizadas com o software Past 4.05 (Homer et al, 2001). Para tanto, o software PAST (HAMMER *et al.*, 2001) foi utilizado, considerando o nível de significância de 5%.

Para avaliar as relações entre as características das tartarugas (tamanho, sexo, espécie, escore, presença de fibropapiloma, presença de parasitas, e presença de inflamação) e a ingestão de detritos (presença de lixo no trato digestório, presença de óleo na tartaruga, e a massa de lixo, de óleo e de cabelos ingerida) foi calculado o índice de correlação de Pearson (índice de correlação ponto-bisserial no caso de variáveis binárias) para cada par de variáveis. Além disso, foi construído um modelo logístico para explicar a presença de lixo do trato digestivo, e um modelo linear múltiplo para explicar a proporção de resíduos no peso do conteúdo estomacal. Em ambos os casos, a inclusão de variáveis explicativas foi condicionada a sua capacidade de contribuir para o ajuste do modelo, medido tanto pela redução no Critério de informação de Akaike (AIC) quanto por teste de razão de verossimilhança. Utilizou-se, para tanto, o programa *r* (versão 4.0.5, R Development Core Team, 2009).

3 RESULTADOS

Das 25 tartarugas coletadas, 22 (88%) ingeriram resíduos de origem antropogênica, sendo 14 juvenis (7 fêmeas e 7 de sexo indeterminado) e 8 adultos (7 fêmeas e 1 macho). Porém, a comparação entre o tamanho dos indivíduos (CCC) e o escore corporal (C1, C2 e C3.), especificamente para a espécie *C. mydas*, não foram significativos (Correlação de Spearman =0,25 e p=0,29). Todos os espécimes de tartaruga oliva (n=2) e de tartaruga de pente (n=3), e 75% dos indivíduos de tartarugas verdes (n=16) ingeriram resíduos de origem antropogênica.

Os dados morfométricos dos animais coletados (Figura 9) estão descritos na tabela abaixo (Tabela 4).

Tabela 4 - Número de exemplares de tartarugas marinhas amostrados no litoral do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020, com seus respectivos dados morfométricos e sexagem.

| Espécie | N° | Adultos | Juvenis | Fêmeas | Machos | Sexo | CCC (cm) | Peso (Kg) |
|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|---------------|------------------|---------------|
| | | | | | | Indeterminado | | |
| LO | 2 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 59 e 63 | 17,85 e 24 |
| EI | 3 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 65,66 ± 29,26 | 39,89 ± 36,94 |
| CM | 20 | 5 | 15 | 10 | 2 | 8 | Entre 32 e 129,4 | Entre 3 e 80 |
| Total | 25 | 8 | 17 | 15 | 2 | 9 | - | - |

Legenda: LO: *L. olivacea*; EI: *E. imbricata*; CM: *C. mydas*; CCC: Comprimento curvilíneo da carapaça

Figura 9- Encalhes de tartarugas marinhas no litoral cearense no período de fevereiro de 2019 a setembro de 2020. A) biometria de tartaruga verde na praia; B) necrópsia de tartaruga oliva oleada; C) Necropsia de tartaruga verde adulta.



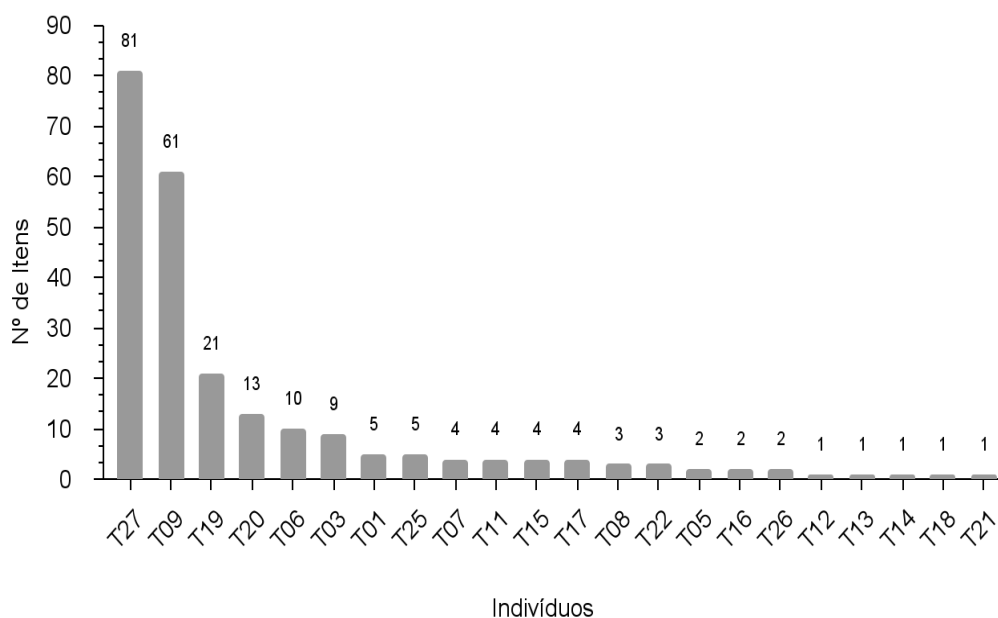
Fonte: Autor. Legenda: A. Biometria de tartaruga verde na praia; B. Necrópsia de Tartaruga Oliva oleada; C. Necropsia de tartaruga verde adulta.

Foram registrados 238 itens de origem antropogênica, variando de 0 a 81 itens por indivíduo (Figura 10). Em relação ao peso dos resíduos, foi registrado um total de 352,869g, com

média de $4,075 \pm 27,7g$. Apenas três indivíduos ingeriram mais de 15 itens e quatro ingeriram mais de 30g.

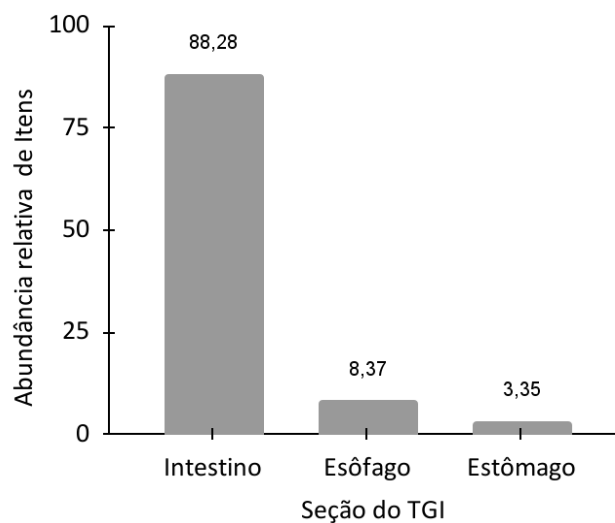
Considerando a localização dos resíduos, foi observada diferença significativa ($H=30,256$; $p=24E-08$) entre a quantidade de resíduos nos compartimentos esôfago, estômago e intestino. O teste de Dunn comprovou ainda que os dados analisados do compartimento intestino, diferiu do estômago e do esôfago ($p<0,001$), sendo o intestino o compartimento com maior peso e abundância de resíduos considerando todos os animais que ingeriram debris antropogênicos (Figura 11).

Figura 10 - Abundância dos resíduos sólidos mais representativos no trato gastrointestinal das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



Fonte: Autor. Legenda: Eixo Y representado em números absolutos de itens; Eixo X- indivíduos amostrados com seus respectivos códigos (TN=Identificação de cada indivíduo coletado).

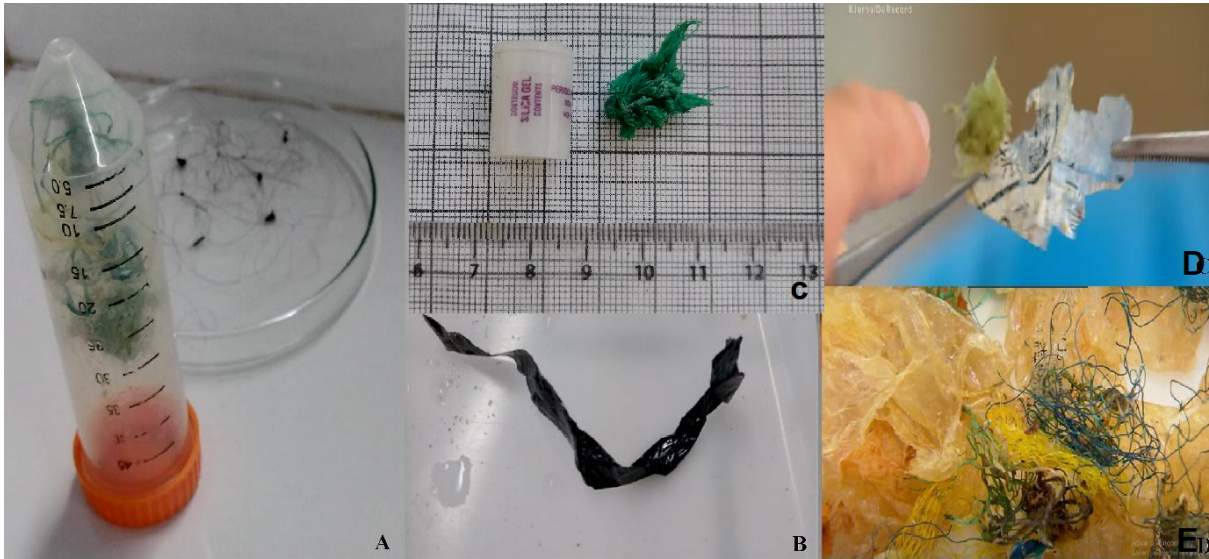
Figura 11 - Abundância dos resíduos sólidos registrados por seção do trato gastrointestinal (TGI) de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020



Fonte: Autor

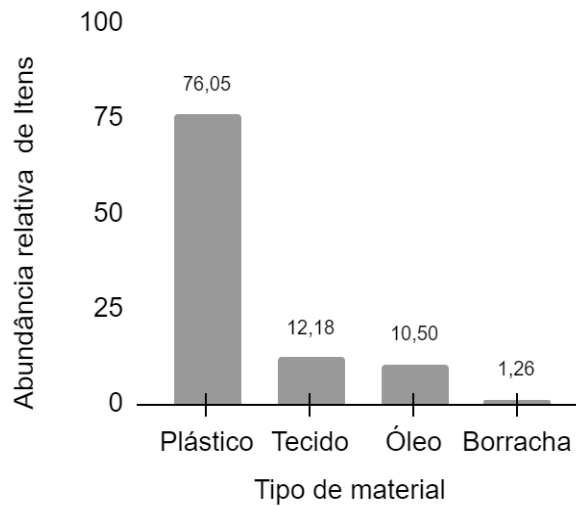
Foram registrados 16 tipos de resíduos (tabela 5), sendo os mesmos divididos em 12 cores (figura 17), onde três se destacaram por sua origem: sílica, fita cassete e um fragmento plástico com grafia coreana (Figura 12B, 12C e 12D). Os resíduos mais frequentes, considerando todas as tartarugas coletadas independente da espécie, foram os plásticos (Figura 12A e 12E) (138 itens, 47,06g), seguido dos tecidos (29 itens, 3,594g), resíduos de petróleo (24 itens, 305,533g), cabelo humano (7 itens, 0,023g) e borracha (3 itens, 0,141g) (Figura 13), e apresentaram diferença significativa com relação ao seu peso ($H=39,5$; $p=3,95E-10$) (Figura 14), onde todas as categorias divergiram entre si, exceto as categorias borracha/tecido, borracha/cabelo e cabelo/tecido (tabela 6). Porém, de acordo com o IIR a ordem de importância dos itens é diferente (tabela 5), do maior para o menor valor: resíduos de petróleo (IIR=8,64E-01), plásticos (IIR=1,33E-01), tecidos (IIR=3,17E-03) borracha (IIR=4,98E-05) e cabelo (IIR=1,22E-05).

Figura 12 - Resíduos sólidos encontrados nos TGIs das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



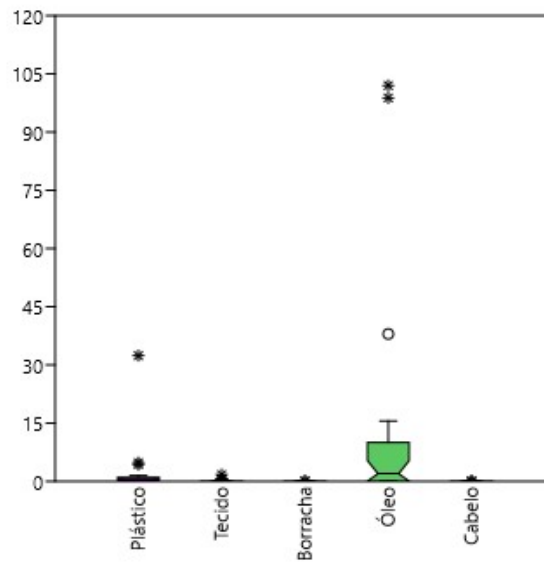
Fonte: Autor. Legenda: Resíduos sólidos encontrados nos intestinos de algumas tartarugas triadas.

Figura 13 - Abundância relativa (%) dos resíduos sólidos de origem antropogênica, classificados quanto ao seu material de origem, encontrados nos tratos gastrointestinais das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



Fonte: Autor

Figura 14- Peso(g) de cada item ingerido, classificados quanto ao seu material de origem, pelas tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



Fonte: Autor. Legenda: Eixo Y: Peso (g); Eixo X: Tipos de resíduos encontrados nos TGIs das Tartarugas marinhas analisadas.

Tabela 5 - Volume, peso, índice de importância alimentar e frequência de ocorrência (FO%) dos resíduos sólidos registrados nas espécies de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.

| Espécie | <i>Chelonia mydas</i> | | | | <i>Eretmochelys imbricata</i> | | | | <i>Lepidochelys olivacea</i> | | | | Todas as espécies | | | |
|--------------------|-----------------------|----------|------|----------|-------------------------------|----------|-------|----------|------------------------------|----------|------|----------|-------------------|----------|-----------|----------|
| | Vol (ml) | Peso (g) | FO % | IIR | Vol (ml) | Peso (g) | FO% | IIR | Vol (ml) | Peso (g) | FO % | IIR | Vol. total | P. total | FO% Total | IIR |
| Bexiga de borracha | 0,1 | 0,640 | 5 | 1,95E-04 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,1 | 0,640 | 1 | 1,33E-04 |
| Frag. de borracha | 0,1 | 0,141 | 10 | 8,60E-05 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,1 | 0,141 | 2 | 5,84E-05 |
| Colher plástica | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,4 | 0,400 | 50 | 5,02E-02 | 0,4 | 0,400 | 1 | 8,29E-05 |
| Copo plástico | 0,5 | 0,592 | 10 | 3,61E-04 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,5 | 0,592 | 2 | 2,45E-04 |
| Corda plástica | 0,1 | 0,003 | 5 | 9,14E-07 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,1 | 0,003 | 1 | 6,22E-07 |
| Fio de nylon | 10,8 | 5,774 | 55 | 1,94E-02 | 12,7 | 0,076 | 100,0 | 6,00E-03 | 2,0 | 2,165 | 100 | 5,43E-01 | 25,5 | 8,015 | 16 | 2,66E-02 |
| Frag. p inflex | 6,0 | 1,898 | 10 | 1,16E-03 | 1,0 | 1,000 | 33,3 | 2,63E-02 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 7,0 | 2,898 | 3 | 1,80E-03 |
| Frag. de tecido | 3,4 | 3,083 | 25 | 4,70E-03 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 3,4 | 3,083 | 5 | 3,19E-03 |
| Isopor | 0,2 | 0,084 | 10 | 5,12E-05 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,2 | 0,084 | 2 | 3,48E-05 |
| Pet. Pastoso | 255,7 | 253,252 | 60 | 9,26E-01 | 11,6 | 10,405 | 100,0 | 8,21E-01 | 0,2 | 0,063 | 100 | 1,58E-02 | 267,5 | 263,72 | 17 | 9,29E-01 |
| Pet. Sólido | 3,2 | 2,554 | 15 | 2,34E-03 | 3,1 | 2,782 | 66,7 | 1,46E-01 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 6,3 | 5,336 | 5 | 5,53E-03 |
| Plástico flex. | 21,7 | 1,180 | 55 | 3,96E-03 | 0,1 | 0,001 | 33,3 | 2,63E-05 | 0,6 | 0,600 | 50 | 7,52E-02 | 22,4 | 1,781 | 13 | 4,80E-03 |
| Plástico (S) | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 2,5 | 2,520 | 50 | 3,16E-01 | 2,5 | 2,520 | 1 | 5,22E-04 |
| Ráfia | 1,8 | 0,302 | 10 | 1,84E-04 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0,00E+00 | 1,8 | 0,302 | 2 | 1,25E-04 |
| Saco plástico | 51,5 | 27,105 | 25 | 4,13E-02 | 0,0 | 0,000 | 0,0 | 0,00E+00 | 0,0 | 0,000 | 0 | 0 | 51,5 | 27,105 | 5 | 2,81E-02 |
| V. Totais | 355,1 | 296,608 | | | 28,5 | 14,264 | | | 5,6 | 5,748 | | | 389,2 | 316,60 | | |

Fonte: Auto; Legenda: Vol=Volume; F=Frequência de Ocorrência; FO%=Porcentagem de frequência de ocorrência; P=Peso; Frag. = Fragmento; P. Inflex = Plástico inflexível; Pet = Resíduos de petróleo; Flex = Flexível; (S)=Sílica; V. Totais = Somatória dos valores.

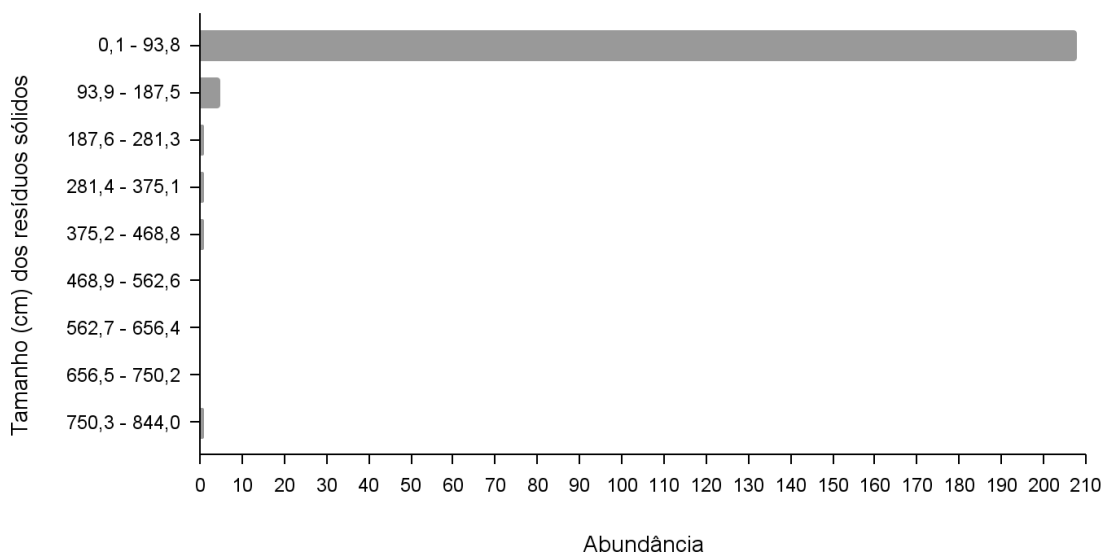
Tabela 6 - Resultado estatístico referente aos p valores resultantes do teste de correlação de Dunn para o peso das categorias de resíduos sólidos registrados nos tratos gastrointestinais de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2020.

| | Plástico | Tecido | Borracha | Óleo | Cabelo |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Plástico | | 3,14E-03 | 1,38E-05 | 4,11E-02 | 2,43E-05 |
| Tecido | 3,14E-03 | | 1,79E-01 | 4,32E-05 | 3,12E-01 |
| Borracha | 1,38E-05 | 1,79E-01 | | 1,25E-06 | 6,86E-01 |
| Óleo | 4,11E-02 | 4,32E-05 | 1,25E-06 | | 1,55E-06 |
| Cabelo | 2,43E-05 | 3,12E-01 | 6,86E-01 | 1,55E-06 | |

Fonte: Autor; Legenda: Valores em destaque cinza apontam para os itens correlacionados.

Com relação aos tamanhos dos resíduos sólidos antropogênicos, seus comprimentos variaram, em média, 22,5 cm, porém a maioria dos resíduos ingeridos (208 de 217) estava entre 0,07 e 87cm (Figura 15).

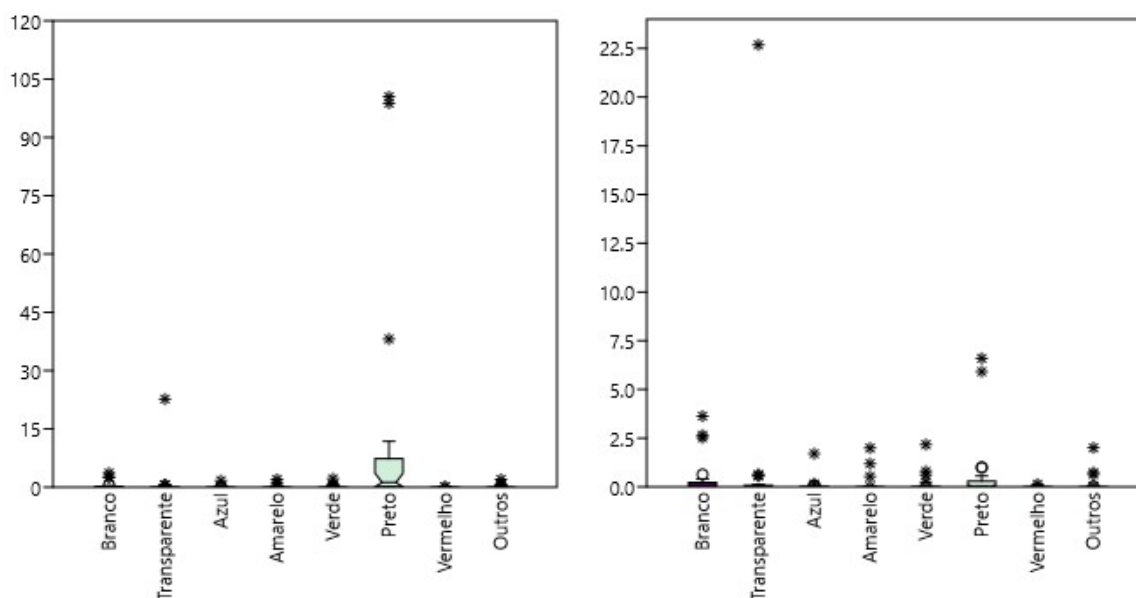
Figura 15 - Abundância dos resíduos, classificados por classes de comprimento (cm), encontrados nos tratos gastrointestinais das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



Fonte: Autor. Legenda: Eixo Y: Intervalos de classe por tamanho (cm); X: N° de itens.

Considerando o peso dos resíduos sólidos distribuídos em cores, foi observada diferença significativa ($H=34,91$; $p=5,50E-08$). O teste de Dunn comprovou que a cor preta, diferiu das cores branca ($p<0,001$), transparente ($p<0,001$), azul ($p<0,001$), amarelo ($p<0,001$), verde ($p<0,001$), vermelha ($p<0,001$) e outros ($p<0,001$) (Figura 16A). Porém, ao refazer o mesmo teste, e comparar as mesmas informações sem considerar o resíduo sólido petróleo em suas diferentes formas, não foram observadas diferenças significativas entre as medianas de peso ($H=7,959$; $p=0,1028$) (Figura 16B).

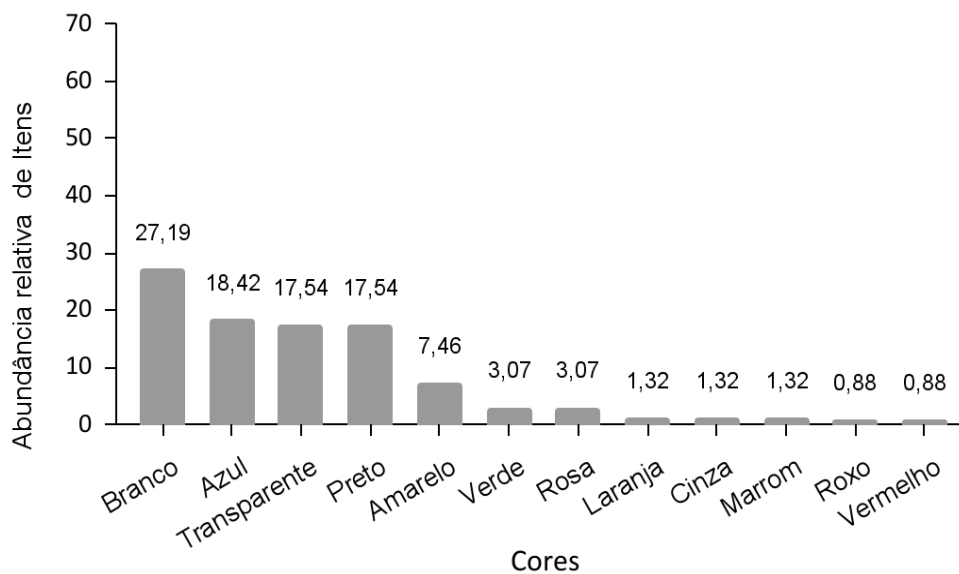
Figura 16 - Representação gráfica em box plot dos pesos dos resíduos sólidos registrados no trato gastrointestinal de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.



Fonte: Autor. Legenda: Eixo Y representando o somatório dos pesos de cada cor. Asteriscos: pontos discrepantes. Esquerda: 12A - Abundância em peso de resíduos sólidos separados por cores, considerando os dados do petróleo; Direita: 12B - Abundância em peso de resíduos sólidos separados por cores, desconsiderando os valores referentes ao petróleo.

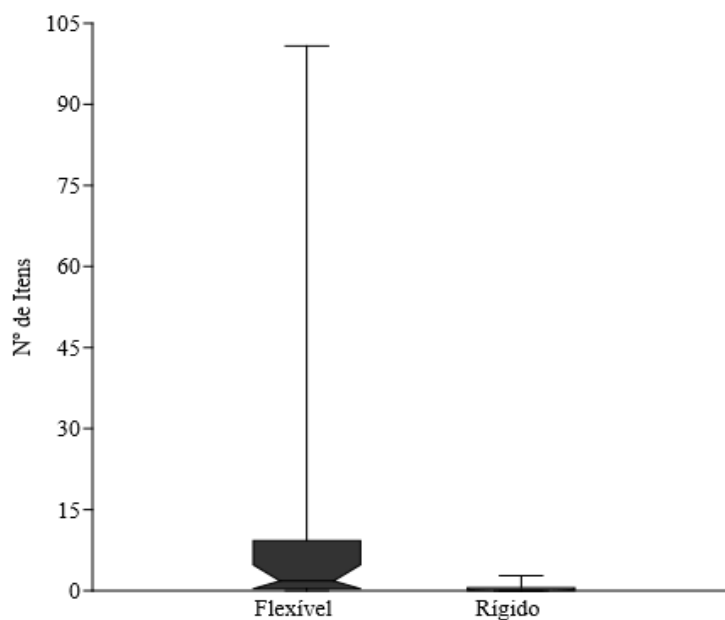
Os resíduos mais abundantes em frequência foram os brancos, estando os azuis, transparentes e pretos com valores próximos logo em seguida (Figura 17). Os itens flexíveis (316,316g; $n= 213$) foram significativamente mais ingeridos que os itens não flexíveis (11,18g; $n = 24$) (Teste de Mann-Whitney $p=4,53E-05$; $U=70$) (Figura 18).

Figura 17 - Abundância dos resíduos sólidos classificados por cores encontrados no trato gastrointestinal (TGI) de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020



Fonte: Autor. Legenda: Eixo Y representado em números absolutos de itens; Eixo X representado as cores.

Figura 18 - Abundância dos resíduos sólidos flexíveis e rígidos amostrados no trato gastrointestinal (TGI) tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020



Fonte: Autor. Legenda: Eixo Y representado em números absolutos.

Ressalta-se que 305,533g (86,58%) dos resíduos coletados eram petróleo no estado pastoso ou solidificado, atingindo 17 animais. Acredita-se que esse evento foi motivado pelo derramamento de petróleo no Nordeste em meados de agosto/2019. Durante todas as necropsias em que foi registrado ingestão do óleo, os tecidos do intestino estavam com parcelas necrosadas ou estenosadas (Figura 19), indicando um possível processo inflamatório, além de alterações em outros órgãos como fígado e pâncreas, estando elencado como possível motivação da morte desses animais.

Figura 19- Resíduos sólidos encontrados nos TGIs das tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020



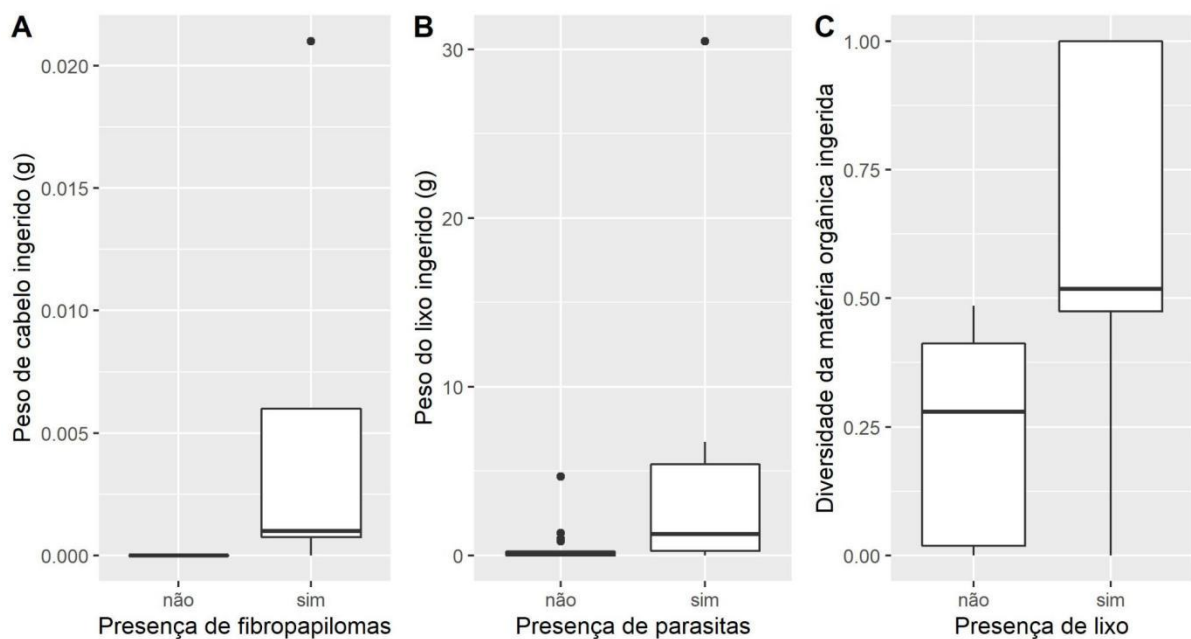
Fonte: Autor. Legenda: Figura E e F. Tecido do intestino com material enegrecido sugestivo de petróleo cru.

Com relação ao período de encalhe e a ingestão de lixo, analisando apenas as tartarugas que ingeriram algum tipo de resíduo, sete tartarugas foram coletadas no período chuvoso e 15 no período seco. Porém, avaliando a quantidade (g) ingerida, não foi observada diferença significativa entre o período seco e chuvoso ($U = 61, p=0,55183$).

O coeficiente de correlação ponto-bisserial apontou a existência de correlações positivas significativas entre a quantidade de cabelo ingerido (em gramas) e a presença de fibropapilomas ($t = 2.72, df = 21, p = 0.01$), entre a quantidade de lixo ingerido (em gramas) e a presença de parasitas ($t = 2.18, df = 21, p = 0.04$), e entre a diversidade da matéria orgânica

ingerida (medida pelo inverso do índice de Simpson) e a presença de lixo no trato digestório ($t = 3.21$, $df = 21$, $p < 0.01$) (Figura 20). No entanto, nos dois primeiros casos houve diferenças consideráveis na variância entre os grupos (heterocedasticidade, evidenciada pela diferença nos tamanhos dos boxplots na Figura 20 e o resultado da correlação ponto-bisserial deve ser visto com cautela.

Figura 20 - Boxplots mostrando relações entre a ingestão de lixo e as características observadas nas tartarugas marinhas encontradas encalhadas em praias do Ceará, costa nordeste do Brasil entre fevereiro de 2019 a setembro de 2020.



Fonte: autor

Os modelos logísticos confirmaram a relação entre a diversidade da matéria orgânica ingerida e a presença de lixo. De fato, o melhor modelo para prever a ocorrência de lixo (i.e. modelo com menor AIC) incluiu apenas a diversidade da matéria orgânica ingerida (i.e. encontrada no esôfago) como variável explicativa (Tabela 7). Isso indica que características da própria tartaruga (como tamanho, sexo ou espécie) não tiveram influência sobre a probabilidade de ingestão de resíduos sólidos.

Tabela 7- Modelo logístico relacionando a diversidade de itens alimentares presentes no esôfago (medido pelo inverso do índice de Simpson) e a probabilidade de presença de resíduos sólidos no trato digestivo de tartarugas marinhas coletadas no estado do Ceará

| | Coeficiente | Erro padrão | p | |
|--------------------------------------------------|-------------|----------------|-------|-------|
| Intercepto | -1,657 | 0,920 | 0,072 | |
| Diversidade de itens | 4,537 | 1,994 | 0,023 | |
| Qualidade do modelo | | X ² | GL | p |
| Avaliação geral (razão de verossimilhança): | | 8,88 | 1 | 0,003 |
| Teste de adequação do modelo (Hosmer e Lemeshow) | | 6,09 | 6 | 0,413 |
| Sensibilidade | | 84% | | |
| Especificidade | | 80% | | |
| Taxa de erro | | 17,4% | | |

Fonte: Autor

Já a análise de regressão múltipla comprovou que a proporção de lixo no peso do conteúdo estomacal tem uma relação significativa com a presença de parasitas e com a espécie, tendo *L. olivacea* ingerido proporcionalmente mais lixo que as demais espécies (Tabela 8).

Tabela 8 - Análise de regressão múltipla da proporção de lixo no peso do conteúdo estomacal de tartarugas marinhas encontradas encalhadas em praias do Ceará, costa nordeste do Brasil entre fevereiro de 2019 a setembro de 2020.

| | Coeficiente | Erro padrão | p |
|-------------------------|-------------|-------------|---------|
| Intercepto | 0,011 | 0,009 | 0,232 |
| <i>E. imbricata</i> | -0,033 | 0,024 | 0,182 |
| <i>L. olivacea</i> | 0,151 | 0,036 | <0,001 |
| Parasitas | 0,073 | 0,020 | 0,002 |
| Qualidade do modelo | F | GL | p |
| ANOVA | 9,38 | 3, 17 | <0,0001 |
| R ² ajustado | 55,7% | | |

Fonte: Autor

Notou-se ainda que a maioria (n=18) (Tabela 9) dos espécimes possuía excelente escore corporal, mesmo as que ingeriram resíduos, sendo baixo (n=6) o número de indivíduos com fibropapilomas e com interação com pesca (n=5).

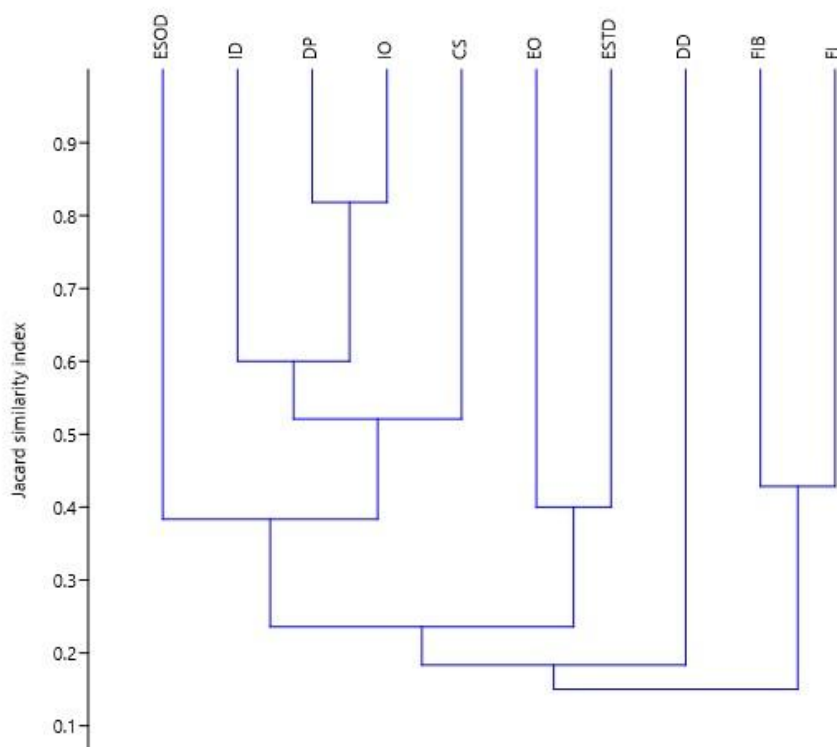
Tabela 9 - Número de exemplares de tartarugas marinhas amostrados e separados por faixa etária, ingestão de lixo, de petróleo e interação com pesca no litoral do Ceará entre fevereiro de 2019 e setembro de 2020.

| Espécie | Nº | (A) | (J) | Lixo (A) | Lixo (J) | Pet. (A) | Pet. (J) | Pesca (A) | Pesca (J) | F | M | Ind. | C/ Pap | S/ Pap | C. 3 | C. 2 | C. 1 |
|----------------------|----|-----|-----|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----|---|------|--------|--------|------|------|------|
| LO | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| EI | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CM | 20 | 5 | 15 | 5 | 12 | 4 | 8 | 1 | 4 | 10 | 2 | 8 | 6 | 14 | 15 | 4 | 1 |
| Total Parcial | 25 | 8 | 17 | 8 | 20 | 6 | 11 | 1 | 4 | 15 | 2 | 9 | 6 | 19 | 18 | 6 | 1 |
| Total (J+A) | 25 | 25 | | 22 | | 17 | | 5 | | 25 | | | 25 | | 25 | | |

Fonte: Autor. Legenda: LO: *L. olivacea*; EI: *E. imbricata*; CM: *C. mydas*; J/A: Animal de faixa etária juvenil e adultos, respectivamente; Lixo: Presença de lixo no TGI; Pet.: Interação com petróleo; F: fêmea; M: macho; Ind.: Indeterminado; Pesca: Interação com pesca; Pap: Fibropapilomatose; C.1, C.2, C.3: Condição corporal (Caquético, Magro e Ideal respectivamente).

A análise de cluster/agrupamento (cophen. correlation = 0,8436), confirmou a formação de dois grandes grupos (figura 21), sendo identificado maior similaridade entre os fatores DP e IO, considerando o grupo 1 (ESOD, ID, DP e IO), além de uma correlação de similaridade entre IO, DP e ID (grupo 1). No segundo grupo (EO, ESTD, DD, FIB, FI), foi constatada uma similaridade entre FI e FIB, ficando a “morte diretamente relacionada ao lixo” (DD) à margem do cladograma (figura 21).

Figura 21 - Cladograma oriundo da análise de cluster realizado com o índice de similaridade de Jacard para os achados necroscópicos das tartarugas marinhas encontradas encalhadas em praias do Ceará, costa nordeste do Brasil.



Legenda: 9: Presença de Petróleo no TGI; EO: Presença de petróleo tópico/na superfície externa do animal; FIB: Presença de Fibropapilomas; FI: Interação com pesca; ESOD: Presença de resíduo sólido no Esôfago; ESTD: Presença de resíduo sólido no Estômago; ID: Presença de resíduo sólido no Intestino; IO: Presença de Óleo no TGI; DP: Morte Relacionada com a Ingestão de resíduos sólidos; DP: Morte Relacionada com a ingestão de petróleo; CS: Score Corporal.

4 DISCUSSÃO

A ingestão de detritos por tartarugas marinhas ainda é temática muito pouco estudada no Nordeste, e não possui estudos para todos os estados que possuem litoral no país, sendo de suma importância a ampliação dos dados, uma vez que esses animais ocorrem em toda a costa brasileira (SANTOS, 2011). Notou-se uma maior amplitude de comprimento da espécie *C. mydas*, embora nenhuma espécie tenha sido coletada em seus anos iniciais de vida (<30cm),

quando costumam ter um hábito de vida pelágico (BALAZS, 1995). Esse resultado era esperado, pois teve um tamanho amostral maior, além de ser a tartaruga marinha mais encontrada e mais estudada no Brasil (MARCOVALDI *et al.*, 2009) e por haver populações de jovens-adultos e adultos próximos ao Ceará (ALMEIDA, 2011). A quantidade de jovens, foi substancialmente maior que adultos, o que era esperado, uma vez que na fase juvenil, estes animais costumam permanecer em ambiente nerítico, principalmente devido à maior disponibilidade de alimento (REIS; GOLDBERG, 2017), estando mais sujeitas às interferências humanas, seja pela pesca ou pela poluição costeira (MACEDO *et al.*, 2011). O mesmo ocorreu para o número de fêmeas, uma vez que os machos, principalmente adultos, não costumam permanecer muito próximos à costa, migrando apenas entre áreas de acasalamento e áreas de alimentação (LOHMANN *et al.*, 1997; CHAN; LIEW, 1999; HAYS *et al.*, 2010).

O fato de 88% das tartarugas terem ingerido alguma quantidade de resíduos corrobora com outros estudos que indicam a ingestão de resíduos tanto em juvenis quanto em adultas (MROSOVSKY *et al.*, 2009; WITHERINGTON *et al.*, 2012). De acordo com as análises feitas para *C. mydas*, ficou evidente que a quantidade de plástico ingerida não está relacionada nem com a idade do animal, nem com sua saúde de forma direta. Esses resultados concordam com a ideia de que a ingestão não aumenta, necessariamente, com a idade da tartaruga, e que os jovens podem ingerir quantidades semelhantes ou maiores que adultos. Balazs (1985) sugere que isso pode ocorrer devido à grande capacidade de excretar materiais sólidos. Os valores de ingestão por espécie e por indivíduos (88% ingeriram resíduos de origem antropogênica, totalizando 352,869g, com média de $4,075 \pm 27,7g$), eram esperados de acordo com pesquisas anteriores com tartarugas no Atlântico Sul (BARROS, 2010; MONTEIRO *et al.*, 2016; MACHOVSKY-CAPUSKA, 2020), sendo comum a ingestão de resíduos por esses espécimes, principalmente, quando em menor quantidade (BALAZS, 1985; PLOTKIN; AMOS, 1990; BJORN DAL *et al.*, 1994; BUGONI *et al.*, 2001; MASCARENHAS *et al.*, 2004; TOURINHO *et al.*, 2010).

Os plásticos foram os itens mais ingeridos. Embora resíduos variados sejam sempre relatados em diversos estudos (TOMAS *et al.*, 2002; TOURINHO, 2010) é sabido que plásticos

constituem a maioria dos resíduos nos ecossistemas marinhos e costeiros e estão presentes em diferentes formas e composições (RYAN, 2014). As altas taxas de ingestão de plástico podem estar associadas a uma maior disponibilidade desses materiais no ambiente, principalmente, devido à sua alta durabilidade, grande produção e descarte inadequado em terra ou no mar, podendo ainda estar relacionada às suas variadas forma, material ou cor (SCHUYLER *et al.*, 2012).

Assim como observado nos estudos realizados por Carvalho *et al.* (2015), Poli *et al.* (2015) e Rizzi *et al.* (2019), os itens mais abundantes foram os brancos e/ou transparentes, corroborando, também, com grande parte de outros estudos feitos no Brasil. A maior presença de itens flexíveis, brancos e transparentes reforça a hipótese de que esses animais os confundam com alimentos gelatinosos, como citado em outros trabalhos (CARR, 1987; GRAMENTZ, 1988; BUGONI *et al.*, 2001). Quanto aos fragmentos de cores mais vibrantes, esses provavelmente foram ingeridos por estarem emaranhados com recursos alimentares, sendo ingeridos de forma acidental (TOMAS *et al.*, 2002).

A ingestão demasiada de petróleo e os efeitos tópicos vistos durante as necropsias, possivelmente causados pela sua toxicidade, foram as causas envolvidas na morte da maioria dos animais, fato comprovado pela correlação estabelecida entre a presença de óleo e a morte comprovadamente relacionada à sua ingestão. A ingestão de petróleo em suas diversas formas gera uma redução na assimilação nutricional dos alimentos, inflamações nos tecidos internos, podendo causar necroses e infecções em outros órgãos além do intestino (MIGNUCCI-GIANNONI, 1999; CAMACHO *et al.*, 2013). Gramentz (1988) e Manire *et al.* (2017) afirmam que não apenas a ingestão de óleo é prejudicial e passível de intoxicação do animal, mas também o contato tópico, a inalação dos vapores na superfície da água, e até mesmo a ingestão trófica ao se alimentar de organismos previamente intoxicados com o composto.

A maioria dos resíduos ingeridos não passou de 87 cm, corroborando com a hipótese de que o animal ingere o artefato de forma involuntária, junto do alimento, em proporções de tamanho similares ao alimento que costuma buscar (GRAMENTZ, 1988). Assim como observado no trabalho realizado por Tourinho *et al.* (2010), a quantidade de resíduos achados no

trato gastrointestinal foi, significativamente, maior no intestino, uma vez que a digestão completa das tartarugas marinhas pode chegar a demorar 23 dias ou mais a depender da dieta, espécie e tamanho (VALENTE *et al.*, 2008).

A produção e descarte de lixo nas praias é maior durante o verão/período seco, devido ao maior número de turistas nas praias (IVAR DO SUL *et al.*, 2011; THIEL *et al.*, 2011). Entretanto, foi observado que estes animais são afetados pelo lixo em qualquer época do ano, fato constatado ao não haver diferença significativa com relação à ingestão de lixo entre os períodos secos e chuvosos.

Notou-se ainda que a maioria (n=18) dos espécimes possuía excelente escore corporal, mesmo as que ingeriram resíduos, sugerindo que parte das mortes foram causadas por eventos repentinos ou situações não crônicas. Barros (2010); Works e Balazs (2010); Monteiro *et al.* (2016) e Cluckey *et al.* (2017) discorrem sobre esse tipo de resultado, sendo uma comprovação de que esses animais são bem resistentes aos impactos de longa data e doenças.

Bjorndal *et al.* (1994) afirmam que a ingestão de plástico pode causar diminuição na capacidade estomacal, além da obstrução total ou parcial, levando à morte. Não somente por causas evidentes, a intoxicação e a substituição nutricional podem ser efeitos subletais existentes, causando infecções, inflamações e baixa na imunidade do animal, o qual fica mais propenso a contrair doenças (RYAN, 1988; BJORNDAL *et al.*, 1994; MCCAULEY; BJORNDAL, 1999). Poluentes como Bifenilos policlorados (PCBs), Diclorofenil-dicloroetano (DE), nonilfenol e fenantreno, podem se acumular em pequenas quantidades de plástico, principalmente na superfície do oceano, onde há maior temperatura e maior acúmulo de substâncias tóxicas, gerando intoxicação direta no animal (TEUTEN *et al.*, 2009).

Na revisão feita por Schuyler *et al.* (2013), parte dos animais analisados não ingeriram grandes quantidades de detritos, levando a conclusão de que mesmo pequenas quantidades de detritos ingeridos podem resultar em obstrução intestinal e mortalidade (BJORNDAL *et al.*, 1994). Além disso, outros estudos não relatam mortalidade frequente de tartarugas associadas diretamente ao consumo de detritos, sendo assim, a mortalidade não é a consequência primária direta, havendo mais efeitos subletais (BJORNDAL *et al.*, 1994; BJORNDAL, 1997;

MCCAULEY; BJORN DAL, 1999). Krishnan *et al.* (1993) supõem que os itens plásticos, por exemplo, funcionam como desreguladores endócrinos, tendo isso sido atestado em aves marinhas (VAN-FRANEKER, 2011), além de serem possíveis acumuladores de agentes tóxicos (OEHLMANN *et al.*, 2009; KOCH; CALAFAT, 2009).

A correlação entre a diversidade da matéria orgânica ingerida e a presença de lixo no trato digestivo contribui para a hipótese de que a chance de ingerir resíduos antropogênicos é maior nas tartarugas marinhas com alimentação mais variada, nos fazendo entender que o lixo é ingerido de forma acidental, pois a tartaruga não seleciona de forma estrita o que irá comer. Porém, dentre aquelas que ingeriram lixo, as que tinham maiores quantidades no trato digestório eram (1) maiores (CCC), tinham escores corporais mais altos, (3) pertenciam a espécie *L. olivacea*, (4) tinham parasitas no trato digestório e (5) tinham sinais de inflamação no trato gastrointestinal, nos levando à uma segunda constatação: As tartarugas mais velhas, que possuem um histórico de vida maior, e, portanto, têm maiores chances de ingerirem lixo, estão, por consequência, mais propensas à infecções por parasitas e inflamações, mas são mais resistentes, não sendo essa ingestão um fator que as debilite rapidamente.

Vale ressaltar que a ingestão de: petróleo, relacionada com algas de ambientes recifais, tecido relacionada à moluscos de ambientes recifais, e plástico relacionada com bolacha de praia (animal bentônico de areia) e turfs (algas menores, que costumam aparecer em ambientes de pouca estabilidade física), nos faz deduzir que os ambientes recifais se encontram poluídos com estes resíduos de forma preocupante.

A correlação entre a ingestão de petróleo, resíduos e morte causada por ingestão de petróleo, resulta na hipótese de que o consumo de lixo está indiretamente ligado ao consumo de petróleo, o qual causou a morte do animal, isso pode ser explicado devido a deriva dos resíduos de acordo com as correntes costeiras (DERRAIK, 2002), assim como os resíduos, fazendo com que locais onde haja mais petróleo também sejam os mesmos locais onde haja debris antropogênicos. A relação estabelecida entre interação com pesca, ingestão de cabelos e presença de fibropapilomatose, pode ser explicada pela proximidade entre áreas de alimentação, de pesca costeira, áreas de stress e poluição marinha por artigos de pesca (pesca fantasma) (LIMA, 2020)

e áreas próximas aos emissários submarinos, fatores conhecidos por serem desencadeadores da fibropapilomatose (HERBST, 1994), e debilidade da saúde do animal, tornando propícia a infecção parasitária. Isso também pode ser constatado devido a relação positiva entre a presença de lixo no TGI e a presença de parasitas, uma vez que estes costumam estar presentes em organismos enfraquecidos. Ademais, pode-se hipotetizar que quando esses animais encontram uma rede de pesca colonizada por algas, tentam se alimentar na própria rede, sendo fácil o seu emalhe, ou mesmo se alimentam nos bancos, mas com a proximidade das redes elas são mais susceptíveis ao emalhe.

A morte diretamente relacionada ao lixo aparece à margem do cladograma, indicando o que já fora discutido anteriormente: a ingestão de resíduos plásticos ou não, costuma não ser a causa principal da morte do animal, corroborando para que outras enfermidades ou eventos prejudiciais à saúde do animal ocorram, mas sem levá-lo à óbito de forma direta.

5 CONCLUSÕES

Há um crescimento da poluição marinha por debris antropogênicos a cada ano, sendo cada vez mais relatado casos de mortes por ingestão de lixo, como no presente trabalho. O aparecimento da sílica e da fita cassete nos mostram, inclusive, que esse material descartado permanece no ambiente e causa danos mesmo décadas após seu descarte ou produção. E pela primeira vez esses fatos foram constatados para espécies de tartarugas marinhas no estado do Ceará, evidenciando que as tartarugas marinhas permanecem ingerindo lixo de forma crescente. De forma alarmante, como constatado, as consequências dessa ingestão são muitas vezes mascaradas por outras causas de morte (e.g. infecções e acidentes). Os acidentes com petróleo têm se tornado mais frequentes, gerando impactos rápidos e letais para as tartarugas marinhas que entram em contato com ele, como demonstrado no presente trabalho. Estudos e ações que busquem identificar as fontes e tipos de detritos marinhos e sua interação com as tartarugas marinhas tornam-se urgentes e necessários, principalmente na costa cearense, importante área de alimentação de tartarugas marinhas, onde os casos são pouco estudados de forma mais complexa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Em toda a costa cearense há grande diversidade de macroalgas disponíveis para a alimentação de tartarugas-verdes. Caso a abundância das macroalgas preferidas pelos jovens da espécie *C. mydas*, seja comprovadamente alta na região estudada, pode-se sugerir o hábito alimentar oportunista para a espécie. Porém, para maior confiabilidade na determinação do padrão alimentar das tartarugas-verdes jovens que se distribuem na região estudada é necessária a associação da análise do conteúdo estomacal com outras ferramentas de análise, como por exemplo, avaliação dos picos de reprodução dessas algas e seus tamanhos populacionais.

A interação da tartaruga-verde com resíduos sólidos plásticos, sugere que o hábito alimentar da espécie favorece a interação desta com esse tipo de resíduo e revela a necessidade de ações mais efetivas em relação à redução da produção e do uso de materiais sólidos descartáveis, particularmente petrechos de pesca e sacolas plásticas. A ingestão de resíduos sólidos pelas três espécies de tartarugas marinhas aqui estudadas evidencia a necessidade de um programa efetivo de descarte destes resíduos. Ademais, um acompanhamento com os pescadores das formas de descartes de seus petrechos de pesca se faz urgente.

Um centro de reabilitação e monitoramento dos encalhes e desovas desses animais que aqui aparecem é algo de extrema importância e necessidade, uma vez que não há local próximo que receba esses animais ou que monitore seu aparecimento em nossa costa.

REFERÊNCIAS

- BALAZS, G.H. Impacts of ocean debris on marine turtles: Entanglement and ingestion. In R.S. Shomura and Y.O. Yoshida (eds.). Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFC-54. U.S. Dept. of Commerce, Honolulu, HI. 1985 , p. 387-429.
- BALAZS, G.H. Status of sea turtles in the central Pacific Ocean. In: Bjorndal, K.A., editor. Biology and Conservation of Sea Turtles. 2. ed. Washington: Smithsonian Institution Press. 1995. p. 243-252.
- BARROS, J. **A alimentação da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) em habitat oceânico e nerítico no sul do Brasil: composição, aspectos nutricionais e resíduos sólidos antropogênicos.** MSc. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande—FURG, Rio Grande, 2010.
- BERGMANN, M., GUTOW, L., KLAGES, M. (EDS.). Marine Anthropogenic Litter. Springer International Publishing, 1, 2015. 447p. 10.1007/978-3-319-16510-3.
- BJORNDAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz, P.L Musick, J.A., editors. **The biology of sea turtles**, 1997, p.199-232
- BJORNDAL, K.A; BOLTEN, A.B; LAGUEUX, C. J. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. **Mar Pollut Bull**, v. 28, 1994, p. 154–158.
- BUGONI, L; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine Debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 42, 2001, p.1330-1334.
- CARVALHO, R. H (*et al*). Marine debris ingestion by sea turtles (Testudines) on the Brazilian coast: an underestimated threat? **Marine pollution bulletin**, v.101, n.2, 2015, p. 746-749.
- CARR, A. 1987. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. Conservation Biology. v.1, n.2, 1987, p. 103-121.
- CASALE, P; MARGARITOU LIS, D. **Sea turtles in the Mediterranean: Distribution, threats and conservation priorities.** Gland, Switzerland: IUCN, 2010, 294 p.
- CHESHIRE, A. C; ADLER, E; BARBIERE, J; COHEN, Y; EVANS, S; JARAYABHAND, S; WESTPHALEN, G. **UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter**, 2009.

CLUKEY, K.E; LEPCZYK, C.A; BALAZS, G.H; WORK, T.M.; LYNCH, J.M. Investigation of plastic debris ingestion by four species of sea turtles collected as bycatch in pelagic Pacific longline fisheries. **Mar. Pollut. Bull**, v. 120, 2017, p. 117-125.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Mar Pollut Bull**, v. 44, 2002, p. 842–852.

DI BENEDITTO, A.P.M.; AWABDI, D.R. How marine debris ingestion differs among megafauna species in a tropical coastal area. **Mar. Pollut. Bull**, v. 88, 2014, 86–90.

DISNER, G. R.; TORRES, M. The environmental impacts of 2019 oil spill on the Brazilian coast: Overview. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 7, n. 15, 2020, p. 241-256.

DO SUL, J. A. I; SANTOS, I. R; FRIEDRICH, A. C; MATTHIENSEN, A.; FILLMANN, G. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. **Estuaries and Coasts**, v.34, n.4, 2011, p. 814-823.

FEITOSA, A. F; LIMA, G. C; SOUSA, R. R. C; SALMITO-VANDERLEY, C. S. B. Projeto GTAR - Verdéluz o Oceano como Fonte de Educação Ambiental na Região Metropolitana de Fortaleza - CE. In: Giovanni Seabra. (Org.). **Educação ambiental: biomas, paisagens e o saber ambiental**. 1ed.Ituiutaba: Barlavento, v. 1, 2017, p. 990-999.

FEITOSA, A. F; LIMA, G. C; PARENTE, Z. M. P. N. D; ALMEIDA, S. G. P; FEITOSA, C. V. Ocorrência e quantificação de ninhos de tartarugas marinhas em praias urbanas de fortaleza. In: **Anais IV Congresso Brasileiro de Biologia da Conservação**, 2017

GALL, S.C; THOMPSON, R.C.The impact of debris on marine life. **Mar. Pollut. Bull**, v. 92, 2015, p.170–179.

GUIMARÃES, L. S. F; YVES, A., da S. M, S., MAIA, I. M., ALTOMARI, L. N., DE CARVALHO, R. H., DE SOUSA, B. M. Plastic debris ingestion by the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in Espírito Santo state, southeastern. **Brazil. Herpetology Notes**, v. 13, 2020, p. 391-392.

HAYS, G. C., FOSSETTE, S., KATSELIDIS, K. A., MARIANI, P., SCHOFIELD, G. (2010). Ontogenetic development of migration: Lagrangian drift trajectories suggest a new paradigm for sea turtles. *Journal of the Royal Society Interface*, 7(50), 1319-1327.

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

HERBST, L.H. Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annu. Rev. Fish Dis*, v. 4, 1994, p. 389–425.

HOMMER, O., HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontol. Elet.* 4(1):9.

INESP - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Caderno Regional Da Sub-Bacia Do Metropolitana**. Fortaleza: INESP, 2009.

JAMBECK, J. R., GEYER, R., WILCOX, C., SIEGLER, T. R., RERRYMAN, M., ANDRADY, A., ET AL. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347, 768–771. doi: 10.1126/science.1260352

KNOWLTON, A.R., HAMILTON, P.K., MARX, M.K., PETTIS, H.M., KRAUS, S.D., 2012. Monitoring north Atlantic right whale *Eubalaena glacialis* entanglement rates: a 30 year retrospective. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 466, 293–302.

KÜHN, S., BRAVO REBOLLEDO, E.L., VAN FRANEKER, J.A., 2015. Deleterious effects of litter on marine life. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (Eds.), *Marine Anthropogenic Litter*. anosSpringer, Berlin, pp. 75–116.

LIMA, S. R.; DA SILVA BARBOSA, J. M.; PADILHA, F. G. F.; SARACCHINI, P. G. V.; DE ALMEIDA BRAGA, M.; DA SILVA LEITE, J.; FERREIRA, A. M. R.. Physical characteristics of free-living sea turtles that had and had not ingested debris in Microregion of the Lakes, Brazil. *Marine pollution bulletin*, 137. 2010. pp 723-727.

LIMA, G. C. ; FEITOSA, A. F.; SOUSA, R. R. C.; CARVALHO, L. R. S.; OLIVEIRA, T. P.; FEITOSA, C. V. Cooperação interinstitucional: uma proposta do Gtar-verdeluz para a conservação de tartarugas marinhas no litoral de Fortaleza. In: IV Congresso Brasileiro de Biologia da Conservação. 2017.

LIMA, M. K. S.; VASCONCELOS, J. I. F.; DE FREITAS, R. M.; FEITOSA, C. V. Pesca Fantasma: uma síntese das causas e consequências nos últimos 15 anos. *Labomar – Arquivos de Ciências do Mar*. ISSN 0374-5686. 2020.

LOHMANN, K.J; WITHERINGTON, B.E; LOHMANN, C.M.F; SALMON, M. Orientation, navigation, and natal beach homing in sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., editors. **The Biology of Sea Turtles**: volume I. Boca Raton: CRC Press. CRC marine science series, 12, 1997, p. 107-135.

MACEDO, G. R.; PIRES, T. T.; ROSTÁN, G.; GOLDBERG, D. W.; LEAL, D. C., GARCEZ NETO, A. F.; FRANKE, C. R.. Anthropogenic debris ingestion by sea turtles in the northern coast of Bahia, Brazil. *Ciência Rural*, 41(11). 2011. p 1938-1941.

MACHOVSKY-CAPUSKA GE, ANDRADES R, SANTOS RG (2020) Debris ingestion and nutritional niches in estuarine and reef green turtles. *Mar Pollut Bull* 153:110943.

MAIA, L. P. **Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza (NE – Brasil): implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral**. 1998. 269 p. Tese (Doutorado em Ciências del mar) - Universidade de Barcelona, Barcelona, 1998.

MÁRQUEZ M., R. Sea turtles of the world: An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. **FAO Fisheries Synopsis** No. 125, Vol. 11. Rome, FAO. 1990. 81 p.

MCCAULEY, S.J; BJORNDAL, K.A. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. **Conserv. Biol**, v. 13, 1999, p 925–929.

MENDES, S.S (*et al*). Marine debris ingestion by *Chelonia mydas* (Testudines: Cheloniidae) on the Brazilian coast. **Marine pollution bulletin**, v. 1, 2015, p. 8-10.

MONTEIRO, S.C (*et al*). Secchi. Long-term spatial and temporal patterns of sea turtle strandings. southern Brazil **Mar. Biol**, v.163, 2016, p. 247.

MROSOVSKY, N; RYAN, G.D; JAMES, M.C. Leatherback turtles: the menace of plastic. **Mar. Pollut. Bull**, v. 58, 2009, p. 287–289.

NEWMAN, S (*et al*). The economics of marine litter. In: BERGMANN, M; GUTOW, L; KLAGES, M. (Eds). **Marine Anthropogenic Litter**. Springer, Berlin. 2015. p. 367–394.

NELMS, S. E (*et al*). Plastic and marine turtles: a review and call for research. **Mar. Sci**, v. 73, n. 2), 2016, p. 165–181.

OLIVEIRA, A. L. DE C. S. DE; GOIS, A. J. C.; FEITOSA, A. F; MENEZES; ÍCARO B. H. M. P; CAMPOS, Y. L. Análise do encalhes de tartarugas marinhas no ceará: interações antropogênicas e ingestão de petróleo. **Revista Multidisciplinar De Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, 2021.

OLIVEIRA, E. C. P. A; HORTA, C. E; AMANCIO, C. L; SANT’ANNA. 2009. Algas e Angiospermas Marinhas Bênticas do Litoral Brasileiro: Diversidade, Exploração e Conservação. **Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo**. São Paulo, 60 p. Disponível em:

http://www.anp.gov.br/brnd/round6/guias/perfuracao/perfuracao_r6/refere/plantas_marinhas.pdf. Acesso em: maio de 2020.

PINHEIRO-JOVENTINO, F.; DANTAS, N. P.; MARASCHIN, C. D. H. Distribuição de algas marinhas no litoral de Fortaleza, Ceará, Brasil. Fortaleza: **Arquivos de Ciências do Mar**. v. 31, p. 29-40, 1998.

POLI, C (*et al*). Plastic ingestion by sea turtles in Paraíba State, Northeast Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, v. 105, n. 3, 2015, p 265-270.

R DEVELOPMENT CORE TEAM R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2009.

REIS, E. C; GOLDBERG, D. W. Biologia, ecologia e conservação de tartarugas marinhas. In: REIS, E. C.; CURBELO-FERNANDEZ, M. P. eds. **Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste**. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, v. 7, 2017, p. 63-89.

RIZZI, M (*et al*). Ingestion of plastic marine litter by sea turtles in southern Brazil: abundance, characteristics and potential selectivity. **Marine pollution bulletin**, n. 140, 2019, p. 536-548.

SOARES, M. O (*et al*). Oil spill in South Atlantic (Brazil): Environmental and governamental disaster. **Marine Policy**, v. 115, 2020.

SOUSA, R. R. C; FEITOSA, A. F; LIMA, G. C; OLIVEIRA, T. P; SALMITO- VANDERLEY, C. S. B. Ações de pesquisa e extensão na região metropolitana de Fortaleza em prol da conservação de tartarugas marinhas. In: **I Simpósio Pesquisa e Conservação Tartarugas Marinhas**, Natal, 2017.

STAHELIN, G. D; HENNEMANN, M. C; CEGONI, C. T; WANDERLINDE, J; LIMA, E. P; GOLDBERG, D. W. Case report: Ingestion of a massive amount of debris by a green turtle (*Chelonia mydas*) in Southern Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v. 117, n. 135, 2012, p. 3-5.

TOURINHO, P. S; DO SUL, J. A. I; FILLMANN, G. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, n. 3, 2010, p. 396-401.

VALENTE, A. L (*et al*). Ingesta passage and gastric emptying times in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). **Res. Vet. Sci**, v. 84, 2008, p. 132–139.

VILANOVA, M. Q; FEITOSA, A. F; FEITOSA, C. V. Gtar-Verdeluz: a necessidade da conservação de tartarugas marinhas na capital do Ceará. In: 9º **Reunião e 8º Jornada de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas no Atlântico Sul Ocidental**, 2018. Anais, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

WITHERINGTON, B; HIRAMA, S; HARDY, R. Young sea turtles of the pelagic Sargassum-dominated drift community: habitat use, population density, and threats. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 463, 2012, p. 1–22.

WORK, T. M; BALAZS, G. H. Pathology and distribution of sea turtles landed as bycatch in the Hawaii-based North Pacific pelagic longline fishery. **Wildl. Dis.**, v. 46, 2010, p. 422–432.