

ANÁLISE DE CONTEÚDO GASTROINTESTINAL DE  
*Chelonia mydas* (TESTUDINES: CHELONIIDAE) NA REGIÃO DA  
BAIXADA SANTISTA (SÃO PAULO) E SUA RELAÇÃO COM O  
ESTADO DE SAÚDE

**ROSANE FERNANDA FARAH**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS  
CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

ANÁLISE DE CONTEÚDO GASTROINTESTINAL DE  
*Chelonia mydas* (TESTUDINES: CHELONIIDAE) NA REGIÃO DA  
BAIXADA SANTISTA (SÃO PAULO) E SUA RELAÇÃO COM O  
ESTADO DE SAÚDE

**ROSANE FERNANDA FARAH**

**PROF. DR. TEODORO VASKE JÚNIOR**

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, UNESP,  
para obtenção do título de Mestre no Programa de  
Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes  
Costeiros.

**SÃO VICENTE – SP  
2023**

F219a Farah, Rosane Fernanda  
Análise de conteúdo gastrointestinal de Chelonia mydas  
(Testudines: Cheloniidae) na região da Baixada Santista (São Paulo) e  
sua relação com o estado de saúde. / Rosane Fernanda Farah. -- São  
Vicente, 2023  
92 p. : tabs., fotos, mapas  
  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Instituto de Biociências, São Vicente  
Orientador: Teodoro Vaske Júnior  
  
1. Tartarugas. 2. Sistema gastrointestinal. 3. Resíduos sólidos. 4.  
Organismos marinhos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de  
Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

## **AGRADECIMENTOS**

Sim, este dia chegou. E é com grande satisfação e alegria que concluo mais uma etapa da minha vida profissional, que irá me guiar e direcionar para seguir com a ciência, tão importante para a área do meu trabalho. Mas isso não seria possível se não fosse por pessoas que me acompanham do início ao fim, me apoiando de diversas maneiras. Por isso, meus agradecimentos:

Ao meu orientador Prof. Dr. Teodoro Vaske Junior, pela oportunidade, confiança e orientação, que topou este desafio comigo desde o primeiro contato e que mesmo com todas as dificuldades enfrentadas pelo caminho, sempre teve muita calma e paciência.

À minha coordenadora, mentora e amiga, Andrea Maranhão, pela parceria e por sempre me fazer acreditar que sou capaz de vencer. Por me ensinar tanto (quase tudo) que sei sobre os animais marinhos e silvestres. Pela contribuição essencial e direcionamentos nos momentos mais decisivos.

Aos meus pais, por me apoiarem, incentivarem e por amarem o mar e os animais, assim como eu. À toda a minha família, pelo apoio incondicional, compreensão e paciência, que mesmo com a distância, sempre estão ao meu lado, comemorando cada passo, cada vitória e admirando meu trabalho.

Ao meu namorado, William, por sentar na minha frente todos os dias em que estava trabalhando, sorridente e ansioso, me ajudando a manter a calma e dizendo sempre que tudo iria dar certo.

Às minhas amigas e parceiras de trabalho, Carol e Camila, por todos os dias segurarem a minha mão e por me motivarem a todo instante. Por nunca medirem esforços em me ajudar, desde as mais planilhas malucas, formatações do documento, até simplesmente pelas conversas e desabafos.

Aos meus queridos e biólogos, Leonardo e Gabriel, famosa “equipe TGI”, por me ajudarem em todas as etapas deste trabalho com muita dedicação, além de terem me ensinado muito sobre as macroalgas e me fazerem ver a beleza de um bico de lula.

À equipe de Comunicação e Educação ambiental, por me ajudarem nas fotos, edições, e por me ensinarem a cada dia a amar ainda mais os animais.

À equipe de reabilitação, por todo cuidado com os animais e todas as necropsias realizadas em cada tartaruga-verde, especialmente à Gabi, por me ajudar e tirar as minhas dúvidas sempre que eu precisava.

À toda a equipe de campo, por cada coleta, faça chuva ou faça sol, especialmente, ao

Daniel, Fabinho, Matheus e Gustavo, pelas planilhas, mapas e checagem de informações.

À equipe administrativa e RH, Regiane, Juliana e Isabella, que auxiliaram nas compras do que era necessário para este trabalho e impressões, além de ajudarem a manter sempre o melhor estado de espírito presente em todos os momentos.

À Profa. Dra. Milena Ramires de Souza e Prof. Dr. Matheus M. Rotundo, pelas contribuições essenciais para o melhor desenvolvimento e finalização do trabalho.

Ao Prof. Leonardo Oliveira, por toda paciência e auxílio.

Por fim, em especial, agradeço a elas, às tartarugas marinhas, por serem tão fortes e resilientes. Elas me inspiram diariamente com a sua força, mesmo tão vulneráveis, e ao Instituto GREMAR, por não medir esforços para salvar e dar a elas uma segunda chance de vida.

*Nascente de Amor,  
Fonte de Resiliência,  
Prudências Cristalinas  
Num fluxo de Aprazíveis Vivências.  
(Jefferson Freitas).*

**Análise de conteúdo gastrointestinal de *Chelonia mydas* (Testudines: Cheloniidae) na região da Baixada Santista (São Paulo) e sua relação com o estado de saúde**

**RESUMO**

A tartaruga-verde *Chelonia mydas* possui ampla distribuição geográfica, desde os trópicos até as zonas temperadas, sendo uma espécie que, dependendo da fase de vida, pode apresentar hábitos costeiros e oceânicos, utilizando inclusive estuários, além de possuir uma dieta variada ao longo de sua vida. Ao atingirem a fase juvenil, ocorre a mudança do habitat e da alimentação, retornando à zona litorânea, onde passam a ter uma dieta preferencialmente herbívora. Tais hábitos alimentares fazem com que os espécimes, principalmente juvenis, fiquem mais próximos à costa, contribuindo para o elevado número de encalhes no litoral brasileiro. O objetivo deste estudo foi analisar e identificar o conteúdo gastrointestinal de exemplares de tartarugas-verdes encalhadas na Baixada Santista (São Paulo), a fim de descrever sua dieta e identificar conteúdos de procedência antrópica, assim como avaliar suas correlações com as suspeitas clínicas e exames de necropsia. Durante o exame anatomopatológico, todo o conteúdo gastrointestinal (TGI) foi coletado, pesado e lavado, sendo posteriormente analisado quali e quantitativamente. Foram coletados no período de 01 de junho de 2021 a 01 de junho de 2022, 254 animais, porém apenas 156 passaram por análise, sendo em sua maioria, fêmeas, juvenis, com maior índice de encalhe no inverno. Foram identificados predominantemente três grupos de algas (verdes, vermelhas e pardas), propágulos de mangue e conteúdos de origem vegetal, além de peixes e invertebrados, confirmando a importância da região como área de alimentação. Foram quantificados 1.424 fragmentos de resíduos sólidos em 71,15% dos animais, os quais foram classificados em 13 tipos e 13 cores, sendo o plástico flexível e a cor transparente os mais frequentes. A ingestão desses itens resulta em uma condição nutricional ruim. Além disso, a *causa mortis* apresentou associação significativa com a ingestão de linha de pesca mono e multifilamento, bem como de plástico rígido. Ainda existem lacunas sobre os aspectos ecológicos e biológicos dessa espécie, especialmente na Baixada Santista, no entanto este trabalho contribuiu com a promoção de dados científicos estratégicos para serem utilizados em políticas públicas de conservação.

**Palavra-chave:** *Chelonia mydas*; encalhe; dieta; resíduo sólido; *causa mortis*.

**Gastrointestinal content analysis of *Chelonia mydas* (Testudines: Cheloniidae) in the  
Baixada Santista (São Paulo) region and its relationship with health status**

**ABSTRACT**

The green turtle *Chelonia mydas* has a wide geographic distribution, from the tropics to the temperate zones, being a species that, depending on the life stage, can present coastal and oceanic habits, including estuaries, in addition to having a varied diet throughout your life. When they reach the juvenile stage, there is a change in habitat and food, returning to the coastal zone, where they begin to have a preferably herbivorous diet. Such eating habits make the specimens, mainly juveniles, closer to the coast, contributing to the high number of strandings on the Brazilian coast. The objective of this study was to analyze and identify the gastrointestinal contents of specimens of green turtles stranded in Baixada Santista (São Paulo), in order to describe their diet and identify contents of anthropic origin, as well as to evaluate their correlations with clinical suspicions and necropsy exams. During the anatomopathological examination, the entire gastrointestinal (GIT) content was collected, weighed and washed, and subsequently analyzed qualitatively and quantitatively. In the period from June 1, 2021 to June 1, 2022, 254 animals were collected, but only 156 underwent analysis, most of which were juveniles, females, with a higher rate of stranding in winter. Three groups of algae (green, red and brown), mangrove propagules and contents of plant origin, in addition to fish and invertebrates, were identified, confirming the importance of the region as a feeding area. 1,424 fragments of solid waste were quantified in 71,15% of the animals, which were classified into 13 types and 13 colors, with flexible plastic and transparent being the most frequent. Intake of these items results in poor nutritional status. In addition, the cause of death was significantly associated with the ingestion of mono and multifilament fishing line, as well as rigid plastic. There are still gaps about the ecological and biological aspects of this species, especially in Baixada Santista, however this work contributed to the promotion of strategic scientific data to be used in public conservation policies.

**Keywords:** *Chelonia mydas*; stranding; diet; solid waste; cause of death.



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Características básicas para identificação da espécie <i>Chelonia mydas</i> .....                                                                                                                | 16 |
| Figura 2 – Ranfoteca especializada e adaptada para capturar e macerar itens alimentares. ....                                                                                                               | 17 |
| Figura 3 – Distribuição geográfica da tartaruga-verde <i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758) no Brasil. ....                                                                                                | 17 |
| Figura 4 – Morfologia e adaptações do sistema digestivo das tartarugas-verdes.....                                                                                                                          | 20 |
| Figura 5 – Área de estudo de tartarugas-verdes <i>Chelonia mydas</i> coletadas. ....                                                                                                                        | 28 |
| Figura 6 – Exemplos de resgates de tartarugas-verdes <i>Chelonia mydas</i> realizados durante o monitoramento diário de praias da Bacia de Santos – PMP-BS (à esquerda) ou via acionamento (à direita)..... | 30 |
| Figura 7 – Exame anatomopatológico sendo realizado em tartaruga-verde (à esquerda) e materiais utilizados nas coletas necroscópicas (à direita). ....                                                       | 32 |
| Figura 8 – Análise e classificação dos itens alimentares com auxílio de lupa estereoscópica (à esquerda) e foto documentação do conteúdo gastrointestinal sobre base milimetrada (à direita). ....          | 33 |
| Figura 9 – Exemplo de laudo do conteúdo gastrointestinal utilizado para padronização dos dados de tartaruga-verde. ....                                                                                     | 34 |
| Figura 10 – Locais de encalhe de tartarugas-verdes (pontos verdes) ao longo de faixa de areia das praias dos municípios de Bertoga, Guarujá, Santos e São Vicente. ....                                     | 37 |
| Figura 11 – Gráfico de <i>boxplot</i> representando o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) de tartarugas-verdes encalhadas conforme as estações do ano.....                                             | 39 |
| Figura 12 – Peixe pertencente à família <i>Engraulidae</i> encontrado no conteúdo gastrointestinal de <i>C. mydas</i> . ....                                                                                | 45 |
| Figura 13 – <i>Histioteuthis</i> sp.encontrado no trato gastrointestinal de um indivíduo de <i>C. mydas</i> . ....                                                                                          | 46 |
| Figura 14 – Tipos variados de resíduos antrópicos encontrados no trato gastrointestinal de <i>Chelonia mydas</i> . ....                                                                                     | 51 |
| Figura 15 – Relação entre o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) e o número de fragmentos (n) de resíduos antrópicos ingeridos por tartarugas-verdes (n=98) encalhadas na Baixada Santista.....         | 53 |
| Figura 16 – Frequência relativa das cores de resíduos antrópicos ingeridos por tartarugas-verdes ( <i>Chelonia mydas</i> ) encalhadas em praias da Baixada Santista, 2021-2022. ....                        | 56 |
| Figura 17 – Plástico do tipo flexível, semirrígido e rígido de cor transparente e branco. ....                                                                                                              | 57 |

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 18 – Plástico do tipo semirrígido e flexível de cor azul. ....                                                                                                                                                | 58 |
| Figura 19 – <i>Chelonia mydas</i> encontrada com luva plástica descartável HDPE (polietileno de alta densidade) e outros resíduos sólidos, do tipo plástico flexível e alumínio. ....                                | 60 |
| Figura 20 – Animal com condição corpórea ruim (à esquerda) e condição corpórea boa (à direita). ....                                                                                                                 | 63 |
| Figura 21– Indivíduo com lesão no estômago, fecalomas por todo o trato gastrointestinal e resíduos sólidos encontrados no estômago e intestino. ....                                                                 | 64 |
| Figura 22– Análise da associação entre risco nutricional e ingestão de resíduos antrópicos em tartarugas-verdes cód. 2 e 3 (n=57) resgatadas na Baixada Santista, 2021-2022 ( $\chi^2_{(1)}=3,2$ ; $p=0,072$ ). .... | 67 |
| Figura 23 – Linha de pesca monofilamento e multifilamento (à esquerda) e resíduos plásticos rígidos (à direita) encontrados durante a triagem de conteúdos do TGI de um indivíduo. ....                              | 68 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil com as referências e suas categorias para o risco de extinção, conforme consta na lista vermelha da IUCN e no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. .... | 15 |
| Quadro 2 – Descrição das classificações das carcaças de tetrápodes marinhos e seus respectivos códigos. ....                                                                                                                                 | 30 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Características gerais de tartarugas-verdes <i>Chelonia mydas</i> encalhadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022 (n=156). .....                                                                                                                | 38 |
| Tabela 2 – Frequência de ocorrência (FO%), frequência gravimétrica (FG%) e peso (g) dos itens identificados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes analisadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022. ....                                        | 41 |
| Tabela 3–Comparação do peso (g) dos itens alimentares encontrados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes encalhadas na Baixada Santista em função da época do ano, entre 2021 e 2022. ....                                                                  | 49 |
| Tabela 4 – Frequência de ocorrência (FO%) e número de fragmentos (n) de diferentes tipos de resíduos sólidos antrópicos no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes (n=156) encalhadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022. ....                    | 52 |
| Tabela 5– Frequência de ocorrência (FO%) e número de fragmentos (n) de diferentes tipos de resíduos antrópicos identificados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes em função do município de encalhe e da época do ano (Baixada Santista, 2021-2022). .... | 54 |
| Tabela 6 – Condição corpórea, suspeita clínica, exame anatomopatológico, lesões gastrointestinais, presença de epibionte e fibropapiloma em tartarugas-verdes encalhadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022. ....                                        | 62 |
| Tabela 7 – Comparação do peso (g) dos itens alimentares encontrados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes em função do risco nutricional. Baixada Santista, 2021-2022. ....                                                                                | 65 |
| Tabela 8 – Frequências absoluta (n) e relativa (%) de ingestão de resíduos antrópicos em função da <i>causa mortis</i> de tartarugas-verdes (n=55) analisadas na região da Baixada Santista em 2021 e 2022. ....                                                       | 69 |

## SUMÁRIO

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                           | <b>13</b> |
| 1.1 BIOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS                             | 13        |
| 1.2 A TARTARUGA-VERDE <i>Chelonia mydas</i>                                   | 16        |
| 1.2.1 Características biológicas e comportamentais relacionadas à alimentação | 18        |
| 1.2.2 Fatores de ameaça à saúde                                               | 20        |
| 1.2.3 Doenças infecciosas e coexistentes                                      | 21        |
| 1.2.4 Fatores antrópicos                                                      | 22        |
| <b>3 OBJETIVOS</b>                                                            | <b>26</b> |
| 3.1 OBJETIVO GERAL                                                            | 26        |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                     | 26        |
| <b>4 METODOLOGIA</b>                                                          | <b>27</b> |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO                                                            | 27        |
| 4.1.1 A Baixada Santista                                                      | 27        |
| 4.1.2 Área de coleta                                                          | 28        |
| 4.2 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS                                                     | 29        |
| 4.2.1 Coleta e armazenamento do conteúdo gastrointestinal (TGI)               | 31        |
| 4.3 ANÁLISES DOS DADOS                                                        | 32        |
| 4.3.1 Triagem e análise do conteúdo gastrointestinal dos indivíduos           | 32        |
| 4.3.2 Análise da dieta                                                        | 35        |
| 4.3.3 Análises estatísticas                                                   | 36        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                               | <b>37</b> |
| <b>6 CONCLUSÃO</b>                                                            | <b>71</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                             | <b>74</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 BIOLOGIA E CONSERVAÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS

As tartarugas marinhas pertencem à linhagem mais antiga de répteis vivos no mundo e possuem ciclos de vida altamente complexos, envolvendo maturidade sexual tardia, migrações transoceânicas, tempos de geração muito longos e alternância de habitats junto a recursos alimentares (MÁRQUEZ, 1990). Atualmente, existem sete espécies de tartarugas marinhas no mundo, que pertencem à Classe Reptilia, Ordem Testudines, e são divididas em duas famílias distintas: Cheloniidae, que inclui as espécies *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758), *Caretta caretta* (LINNAEUS, 1758), *Eretmochelys imbricata* (LINNAEUS, 1766), *Lepidochelys olivacea* (ESCHSCHOLTZ, 1829), *Lepidochelys kempii* (GARMAN, 1880) e *Natator depressus* (GARMAN, 1880); e Dermochelyidae, com uma única espécie, *Dermochelys coriacea* (LUTZ; MUSICK, 1997; MEYLAN; MEYLAN, 2000; PRITCHARD *et al.*, 1983).

No Brasil, há cinco espécies de tartarugas marinhas (*D. coriacea*, *C. mydas*, *C. caretta*, *E. imbricata* e *L. olivacea*) que desovam no continente ou em ilhas oceânicas nas regiões Nordeste e Sudeste do país e se distribuem em áreas de alimentação ao longo do litoral (ICMBIO, 2018; MARCOVALDI *et al.*, 1998; MARCOVALDI *et al.*, 2000; MARCOVALDI; MARCOVALDI, 1999). Dentre essas espécies, a *C. mydas* é a espécie registrada com maior frequência (FIDELIS; BALLABIO; GUEBERT, 2005; SANCHES, 1999).

Para a identificação das espécies são observadas estruturas morfológicas, como a distribuição e número de placas no casco, plastrão e cabeça, além da característica da ranfoteca, unhas e a característica sexual secundária, encontrada somente em adultos, a cauda (PRITCHARD; MORTIMER, 1999). Como característica comum, o crânio dos quelônios é formado por uma estrutura sólida, desprovida de fenestras temporais (anapsida) que, embora bastante primitivo, é altamente modificado (ZARDOYA; MEYER, 2001). As mandíbulas não apresentam dentes e são modificadas em bicos córneos, de corte afiado, adaptados aos diferentes hábitos alimentares destes animais (WYNEKEN, 2001). As diferentes espécies apresentam preferências alimentares específicas, porém na escassez desses alimentos podem ser oportunistas, alimentando-se de animais mortos, ovos de peixes e até mesmo lixo de origem antrópica (GUEBERT, 2008).

A carapaça é formada por uma porção dorsal, conhecida propriamente como carapaça e uma porção ventral denominada plastrão, articulados entre si por pontes ósseas. Essa

estrutura é derivada de costelas, partes da cintura escapular e especialização dérmica dos ossos (REISZ; HEAD, 2008), sendo formada por placas córneas e ósseas, cuja função é protegê-las dos predadores. O formato mais achatado da carapaça, em relação aos quelônios terrestres, facilita a hidrodinâmica das tartarugas marinhas, tornando-as excelentes nadadoras.

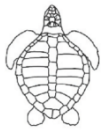
Também conhecidas como parte da megafauna marinha, são répteis de hábitos altamente migratórios (TEELUCKSINGH; ECKERT; NUNES, 2010) que seguem rotas determinadas para áreas oceânicas a partir do seu nascimento, permanecendo nessas áreas até atingirem cerca de 20 cm de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC). A partir daí, deslocam-se para áreas neríticas de alimentação e crescimento. Quando adultas, a cada ciclo reprodutivo sazonal, as fêmeas retornam para as áreas onde nasceram para desovarem (LOHMAN; LOHMAN, 1998). O retorno ao local de nascimento é denominado filopatria natal e esse comportamento já foi demonstrado em fêmeas, a partir de estudos genéticos e/ou de marcação e recaptura (BJORNDAL; MEYLAN; TURNER, 1983; BOWEN; NELSON; AVISE, 1993).

As tartarugas marinhas desempenham uma função ecológica muito importante para a manutenção do ecossistema marinho, sendo imprescindíveis para o bom funcionamento dos oceanos. Além de ajudarem no equilíbrio das cadeias alimentares, elas são capazes de transportar alimento de um sistema produtivo para um menos fértil, sendo protagonistas fundamentais para os ambientes costeiros e marinhos, atuando como consumidoras, presas, competidoras e inclusive, hospedeiras para parasitas e patógenos (BJORNDAL; JACKSON, 2003), interagindo em simbiose com outras espécies, como camarões e rêmoras (SAZIMA; GROSSMAN; SAZIMA, 2004) e transportando epibiontes em seus cascos, como cracas incrustantes e algas filamentosas (CASALE; LAURENT; DE METRIO, 2004).

Até o século XIX, esses animais eram abundantes nos mares tropicais e temperados, contudo, atualmente, quase todas as espécies de tartarugas marinhas estão presentes nas listas de animais ameaçados de extinção da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) e do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Isso ocorreu devido à intensa exploração no passado e às diversas pressões ambientais, de causas ambientais ou antrópicas, que aumentam de forma desordenada anualmente, como a destruição da vegetação nativa, aumento do tráfego de veículos e de embarcações, da iluminação artificial, da poluição das praias e da contaminação dos mares (BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2001; COMMITTEE ON SEA TURTLE CONSERVATION, 1990; CORCORAN; BIESINGER; GRIFI, 2009; MILTON; LUTZ, 2003).

Devido ao fato de as tartarugas marinhas serem espécies com um longo ciclo de vida e com maturidade sexual tardia, a recuperação do tamanho de uma população ou adultos só pode ser considerada com dados de longos anos de coleta, incluindo várias décadas (ICMBIO, 2018). Das cinco espécies que ocorrem na costa brasileira, todas elas encontram-se listadas de acordo com a categoria para o risco de extinção, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no Brasil com as referências e suas categorias para o risco de extinção, conforme consta na lista vermelha da IUCN e no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.

| Espécies                                                                            |                               |                    | Categorias para risco de extinção                                           |                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desenho esquemático                                                                 | Nome científico               | Nome comum         | Lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) | Lista vermelha da fauna brasileira ameaçada de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente – Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022 |
|   | <i>Caretta caretta</i>        | Tartaruga-cabeçuda | Vulnerável<br>(Última avaliação: 23 de agosto de 2015)                      | Vulnerável                                                                                                                            |
|  | <i>Chelonia mydas</i>         | Tartaruga-verde    | Em perigo<br>(Última avaliação: 30 de abril de 2004)                        | Quase ameaçada                                                                                                                        |
|  | <i>Dermochelys coriacea</i>   | Tartaruga-de-couro | Vulnerável<br>(Última avaliação: 21 de junho de 2013)                       | Criticamente em perigo                                                                                                                |
|  | <i>Eretmochelys imbricata</i> | Tartaruga-de-pente | Criticamente ameaçada<br>(Última avaliação: 30 de junho de 2008)            | Em perigo                                                                                                                             |
|  | <i>Lepidochelys olivacea</i>  | Tartaruga-oliva    | Vulnerável<br>(Última avaliação: 30 de junho de 2008)                       | Vulnerável                                                                                                                            |

Fonte: Adaptado de Basílio (2020), Brasil (2022) e IUCN (2023).

Todas as espécies de ocorrência no litoral brasileiro e seus habitats, felizmente, estão protegidas por instrumentos legais e pela adesão do país a tratados internacionais, dentre os quais destacam-se: a Portaria SUDEPE nº05, de 31 de janeiro de 1986, que proíbe a captura



de quaisquer espécies de tartarugas marinhas e a coleta de seus ovos; e a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, cujo artigo 29 determina como crime “matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida” (BRASIL, 1998).

## 1.2 A TARTARUGA-VERDE *Chelonia mydas*

Assim como cada tartaruga marinha, a *Chelonia mydas* apresenta características básicas da espécie, que incluem, principalmente: a presença de um par de placas pré-frontais na cabeça; quatro pares de placas laterais justapostas na carapaça; e quatro pares inframarginais no plastrão (Figura 1). A forma do osso entoplastrão também pode ser utilizada como uma característica-chave para a identificação de espécies, sendo em forma de flecha nas tartarugas-verdes, larga em sua base e com um eixo que se estreita gradualmente (WYNEKEN, 2001). Quando juvenil, a coloração da carapaça é verde-acinzentada, com estrias radiais em cada placa córnea e o ventre é branco (MÁRQUEZ, 1990).

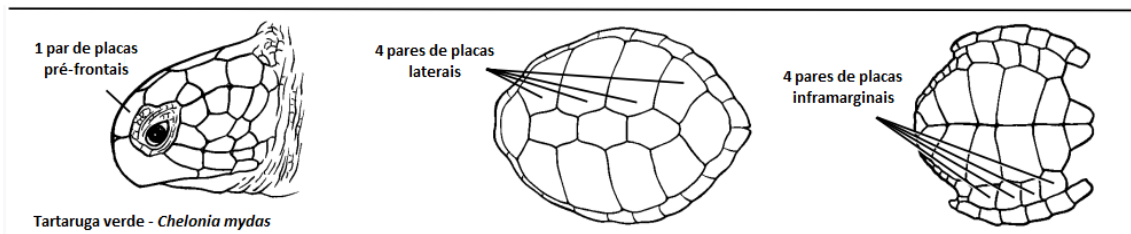


Figura 1 – Características básicas para identificação da espécie *Chelonia mydas*..

Fonte: Adaptado de Wyneken (2001, p. 4).

Essa espécie possui a cabeça arredondada e proporcionalmente pequena em relação ao corpo, além de nadadeiras peitorais geralmente com uma única unha. Possui focinho arredondado com queratina externa lisa, porém, devido a dieta e para facilitar a alimentação, possuem ranfotecas, ou seja, bicos queratinosos no maxilar superior e inferior em quelonídeos, os quais são especializados, serrilhados, cuja parte inferior possui pontas verticais e a superior cúspides curtas e pontiagudas (Figura 2) (WYNEKEN, 2001). A maturação sexual é tardia, estimada entre 26 e 40 anos (BJORNDAL; ZUG, 1995) e os adultos podem ultrapassar o tamanho de 120 cm de CCC e pesar até 230 kg, aproximadamente (PRITCHARD; MORTIMER, 2000).

A tartaruga-verde possui ampla distribuição geográfica, desde os trópicos até as zonas temperadas, dependendo da fase de vida, pode apresentar hábitos costeiros ou oceânicos (HIRTH, 1997; LEMONS *et al.*, 2011), utilizando, inclusive, estuários e podendo frequentar toda a costa brasileira (SANCHES, 1999) (Figura 3). As desovas ocorrem principalmente em ilhas oceânicas, como a Ilha da Trindade (ES), Atol das Rocas (RN) e Fernando de Noronha (PE) (ALMEIDA *et al.*, 2011). Áreas secundárias ocorrem no litoral norte do estado da Bahia até o Espírito Santo, Sergipe e Rio Grande do Norte. As ocorrências não reprodutivas são registradas em toda a costa do Brasil e também nas ilhas.

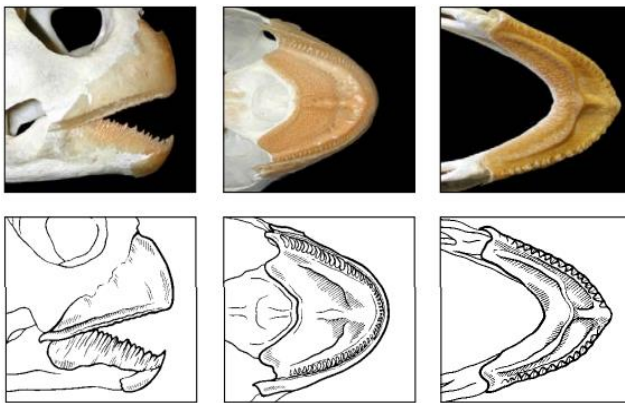


Figura 2 – Ranfoteca especializada e adaptada para capturar e macerar itens alimentares.  
Fonte: Wyneken (2001, p. 26).

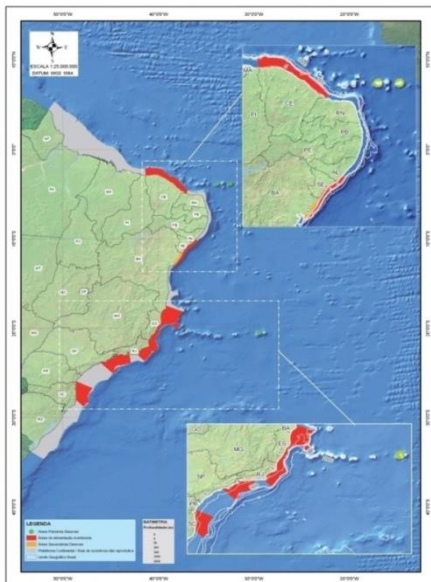


Figura 3 – Distribuição geográfica da tartaruga-verde *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil.

Fonte: Banco de dados do TAMAR / SISTAMAR.

Apesar de ser uma espécie altamente migratória e mundialmente ameaçada (IUCN, 2023), de acordo com a Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022, a tartaruga-verde *C. mydas* não consta atualmente na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2022). Segundo a Equipe Centro ICMBio/TAMAR (2023), no último ciclo de avaliação do status de conservação das espécies de tartarugas marinhas no Brasil, promovido pelo ICMBio em outubro de 2018, a tartaruga-verde foi classificada como Quase Ameaçada (NT), saindo assim do grupo de categorias que expressam risco de extinção.

Isso é resultado do grande esforço que o Projeto Tamar e outras instituições vêm desenvolvendo há mais de 40 anos, visando a conservação das tartarugas marinhas no Brasil em áreas de desova e em habitats costeiros e oceânicos de diversos outros países do Atlântico, uma vez que grande parte dos indivíduos existentes no litoral brasileiro têm origem e cumprem parte de seu ciclo de vida em outros países (ICMBIO/TAMAR, 2023). Entretanto, é importante enfatizar que, mesmo com essa classificação recente, que exclui a espécie das categorias ameaçadas no Brasil, a tartaruga-verde, assim como as demais, encontra-se constantemente em perigo, principalmente devido a fatores ambientais e de origem antrópica, mantendo ainda uma estreita relação com a categoria de animais sob risco de extinção.

### **1.2.1 Características biológicas e comportamentais relacionadas à alimentação**

Assim como todas as tartarugas marinhas apresentam um papel ecológico imprescindível para a manutenção dos oceanos, a tartaruga-verde, devido ao seu comportamento alimentar, é responsável por manter o crescimento adequado de diversas espécies de algas e fanerógamas, de forma a estimular o crescimento de plantas mais novas e mais nutritivas (WILSON *et al.*, 2010). Essas, por sua vez, desempenham uma atribuição fundamental para os ambientes marinhos e costeiros, devido à sua elevada produção primária, capturando carbono da atmosfera, participando da reciclagem e sendo fontes importantes de alimentos para diversos organismos marinhos, além de atuarem como hábitat para outras espécies (DUARTE, 2002; LAZAR; ZULJEVIC; HOLCER, 2010).

As tartarugas-verdes possuem uma dieta variada ao longo de todo o seu ciclo de vida duradouro, além de um sistema digestivo adaptado para atender aos seus hábitos alimentares. Durante, aproximadamente, seus cinco primeiros anos de vida, os filhotes da espécie passam por uma fase oceânica ainda pouco conhecida (SANTOS, 2014), chamada de “anos perdidos” (CARR, 1987). Nesse período, os filhotes apresentam hábitos alimentares onívoros, com tendência carnívora. Devido à sua morfologia característica, com dorso escuro e ventre

branco, podem camuflar-se e alimentar-se de maneira oportunista, ingerindo quase tudo o que encontram na superfície aquática (ROMANINI, 2014).

Durante o desenvolvimento ontogenético, os juvenis são recrutados da zona oceânica-pelágica para o ambiente costeiro, retornando à zona litorânea e, em algumas regiões, alteram a dieta de filhotes do padrão onívoro para herbívoro, durante a juventude e vida adulta (GAMA, 2021), iniciando o estágio juvenil nerítico. Para o Atlântico Sul Ocidental, essa mudança de ambiente oceânico para o nerítico inicia-se, em média, aos 30 cm de CCC, quando também ocorre a mudança na dieta alimentar (GALLO *et al.*, 2006; HIRTH, 1997). Ou seja, depois dos primeiros anos de vida no oceano, as tartarugas-verdes vão para águas costeiras (GODFREY; GODLEY, 2008), onde podem se alimentar preferencialmente de algas (BJORNDAL; SUGANUMA; BOLTEN, 1991; FERREIRA, 1968) e grama marinha (MORTIMER, 1982), mas algumas populações podem ter como alvo outros recursos alimentares (BRAND-GARDNER; LANYON; LIMPUS, 1999; GARNETT; PRICE; SCOTT, 1985; ROSS, 1985), como propágulos de mangue (LIMPUS; LIMPUS, 2000; PENDOLEY; FITZPATRICK, 1999; PRITCHARD, 1971) e invertebrados (AMOROCHO; REINA, 2007; BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2003; SEMINOFF; RESENDIZ; NICHOLS, 2002).

Atendendo às necessidades fisiológicas, o sistema digestivo desses animais apresenta algumas peculiaridades. A morfologia do tubo digestório das tartarugas-verdes (Figura 4) possui diversas especializações estruturais e funcionais, que promovem o aumento da superfície de absorção, pois seu alimento é de difícil digestão, sendo totalmente adaptado ao seu hábito alimentar (MAGALHÃES *et al.*, 2010; WYNEKEN, 2001). Além disso, o esôfago é revestido por papilas pontiagudas e queratinizadas (Figura 4) e, particularmente os exemplares do Atlântico, possuem uma transição suave entre o esôfago e o estômago, diferentemente dos espécimes do Pacífico, que possuem uma musculatura especializada na base do esôfago (WYNEKEN, 2001). O estômago é o responsável por iniciar o processo químico e físico de digestão; o intestino delgado é especializado para absorver aminoácidos, carboidratos, açúcares, água, ácidos graxos e minerais (principalmente, cálcio e fósforo); e o intestino grosso (cólon) absorve água. O comprimento do trato gastrointestinal (TGI) é proporcionalmente mais longo em *C. mydas* e *D. coriacea* do que em *C. caretta*, o que está altamente relacionado à dieta (WYNEKEN, 2001).

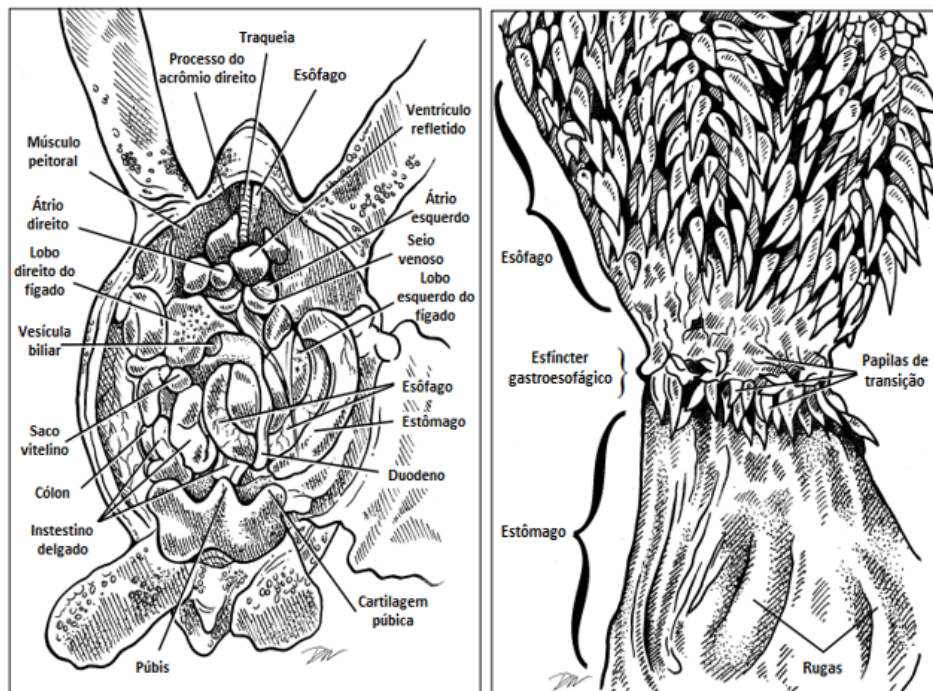


Figura 4 – Morfologia e adaptações do sistema digestivo das tartarugas-verdes.  
Fonte: Adaptado de Wyneken (2001, p. 110,111).

Além disso, essa espécie apresenta duas adaptações para uma alimentação de baixa qualidade: fermentação no intestino (por microbactérias) e forrageio seletivo (BJORNDAL, 1980). À exceção dessas adaptações, a alimentação da tartaruga-verde é nutricionalmente limitada. Tais hábitos alimentares fazem com que os juvenis permaneçam por longos períodos próximos à costa, contribuindo para o elevado número de incidências de encalhes da espécie no litoral brasileiro.

### 1.2.2 Fatores de ameaça à saúde

As tartarugas-verdes estão sob ameaça por diversos impactos antrópicos, tais como: a poluição e ingestão de resíduos sólidos (SINAEI *et al.*, 2021); captura acidental (BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2003; WILDERMANN *et al.*, 2018); contaminação (DOMICIANO *et al.*, 2019; WALLACE *et al.*, 2010); coleta de ovos (VALVERDE *et al.*, 2012); perda de habitat (FUENTES; LIMPUS; HAMMANN, 2011); e também devido a enfermidades, como a fibropapilomatose (AGUIRRE; LUTZ, 2004).

O ecossistema marinho em que estes animais estão inseridos é também o habitat natural de vários microrganismos, sendo alguns deles agentes patógenos, ou seja, capazes de causar doenças infecciosas e de afetar potencialmente várias espécies (OLIVER, 2005;

PEREIRA *et al.*, 2008). Diversos fatores e variáveis ambientais são importantes para o entendimento de doenças (HERBST; JACOBSON, 2003) e, conseqüentemente, para compreensão e avaliação da saúde do animal. Além disso, conforme mencionado pelo pesquisador Lafferty (2017), no contexto de ecossistemas marinhos, as “doenças marinhas” refletem diretamenteem impactos econômicos e ecológicos.

Portanto, torna-se essencial entender a relação entre as principais ameaças, fontes, causas e os impactos que esses organismos sofrem em cada fase de vida, utilizando a pesquisa científica como principal ferramenta para isso. É por meio desse tipo de estudo que são levantadas informações sobre os aspectos anátomo-fisiológicos, patológicos e ecológicos das tartarugas marinhas, de modo a auxiliar na elaboração de estratégias de conservação das espécies mundialmente ameaçadas, a fim de buscar a base e solução para tais problemáticas.

### **1.2.3 Doenças infecciosas e coexistentes**

As doenças infecciosas são uma das maiores causas de morbidade e mortalidade em todos os répteis, porém as infecções em tartarugas marinhas são quase sempre resultadas de imunossupressão. Devido aos seus hábitos alimentares e uso variado de habitats em diferentes áreas geográficas, tais espécies são influenciadas pela composição e riqueza de comunidades parasitárias (AZNAR; BADILLO; RAGA, 1998; LEÓN; GARCÍA-PRIETO; LEÓN-RÉGAGNON, 1996; SANTORO *et al.*, 2006), principalmente trematódeos digenéticos e nematódeos (GEORGE, 1997).

O parasitismo é difundido e comum entre as tartarugas marinhas, no entanto, poucos dados estão disponíveis sobre as histórias de vida dos patógenos. A infestação afeta a saúde, o crescimento e a produção reprodutiva de uma tartaruga individual, com efeitos na estrutura e dinâmica da população (ZUG; VITT; CALDWELL, 2001). Portanto, esses fatores devem ser estudados para avaliar seu impacto nessas espécies (BRODERICK; HANCOCK, 1997).

Nas últimas décadas, os estudos científicos sobre doenças infecciosas, parasitárias e ameaças humanas à conservação das tartarugas marinhas têm aumentado (DOMICIANO; DOMIT; BRACARENSE, 2017). Isso tem ocorrido, possivelmente, pelo desenvolvimento de tecnologias, melhorias no diagnóstico, maior nível de impactos antrópicos sobre os ecossistemas marinhos e a união sinérgica de redes de atuação científica e de gestão para a obtenção dos resultados (DOMICIANO; DOMIT; BRACARENSE, 2017).

A fibropapilomatose (FP) nas tartarugas marinhas é conhecida por ser uma doença coexistente (ou concomitante), ou seja, que pode estar associada a uma ou mais doenças ao

mesmo tempo no indivíduo, e que podem, ou não, ter correlação entre elas. Essa patologia é caracterizada pelo desenvolvimento de tumores nos olhos, na cavidade oral, na pele, na carapaça, no plastrão ou mesmo nos órgãos internos, causando debilidade e afetando desde o comportamento de forrageamento até a funcionalidade dos órgãos (AGUIRRE *et al.*, 2002; BALAZS, 1991; FOLEY *et al.*, 2005; HERBST, 1994; JACOBSON *et al.*, 1991; WORK *et al.*, 2004). Além disso, os efeitos da FP se estendem a uma fisiologia comprometida, comprometendo as funções do sistema imune e, conseqüentemente, possibilitando o aumento da incidência de outras enfermidades (AGUIRRE; LUTZ, 2004).

Esta é uma doença considerada importante para a conservação da espécie (LIMA *et al.*, 2021), sendo uma indicadora inequívoca da saúde das tartarugas marinhas (AGUIRRE; LUTZ, 2004). A manifestação da FP pode ser utilizada para a obtenção de informações sobre condições locais em avaliações de risco rápido (AGUIRRE; LUTZ, 2004), podendo estar relacionada ao aumento da exploração dos recursos naturais e aumento dos impactos de origem antrópica na região. Sendo assim, a epidemiologia de doenças como a FP pode ser uma ferramenta efetiva no monitoramento da saúde do ecossistema em locais de águas quentes e próximos à costa de ambientes marinhos (AGUIRRE; LUTZ, 2004).

#### **1.2.4 Fatores antrópicos**

Uma quantidade considerável de tartarugas marinhas vem a óbito em decorrência do consumo de detritos sólidos descartados na água, seja por ingestão intencional, quando os animais confundem esses resíduos com seu alimento natural, seja acidentalmente, quando esses materiais são ingeridos junto com o alimento natural das tartarugas (TOURINHO; SUL; FILLMANN, 2010). Quando mudam a dieta ou quando passam a ocorrer em zonas costeiras, mesmo que se alimentando de forma herbívora, ficam ainda mais expostas aos resíduos sólidos de origem antrópica carregados dos continentes (LIMPUS, 1992; SCHUYLER *et al.*, 2012; WITHERINGTON, 2002). A poluição marinha é considerada o segundo impacto mais representativo para *C. mydas*, logo após a captura incidental em petrechos de pesca (LEWISON *et al.*, 2013).

A megafauna, especialmente as tartarugas marinhas, tem sido submetida a um alto nível de capturas incidentais em várias artes de pesca ao redor do mundo (GALLO *et al.*, 2006; LEWISON *et al.*, 2004). Estudos abordam as interações entre as tartarugas marinhas e as práticas de pesca ao longo da costa brasileira, com os primeiros esforços centrados na pesca industrial em grande escala (MARCOVALDI *et al.*, 2002). Os indivíduos juvenis, por

utilizarem as mesmas áreas que as de pescarias, estão mais susceptíveis a este tipo de interação, tendo mais chances de serem capturados por redes de pesca (GUEBERT *et al.*, 2011). Quando presas às redes, as tartarugas lutam por horas na tentativa de livrarem-se, porém, na grande maioria das vezes, acabam se ferindo ou vindo a óbito por afogamento (asfixia hídrica) ou debilidade (MARCOVALDI; PATIRI; THOMÉ; 2005).

A Baixada Santista, localizada no litoral de São Paulo, durante todo o ano, recebe turistas provenientes de diversas localidades, que exploram as praias e também o turismo náutico, além de possuir o principal porto brasileiro e o maior complexo portuário da América Latina. O complexo portuário, aliado às atividades de pesca próximas à costa, aumentam o risco de atropelamento de tartarugas marinhas por embarcações, já que são encontradas perto da superfície se alimentando (CHALOUPKA *et al.*, 2008; KOCH *et al.*, 2006), resultando em traumas e graves consequências aos animais, como amputação dos membros, fraturas na carapaça e comprometimento dos órgãos. Além disso, as tartarugas são quelônios marinhos que por apresentarem respiração aérea, quando em interface ar/água, estão sujeitas a receber cargas ambientais por meio da inspiração de voláteis tóxicos e da poluição marinha (BAPTISTOTTE, 2014). Sendo assim, neste contexto, tendem a acumular também um alto nível de metais pesados em seus tecidos (AGUILAR; BORRELL; REIJNDERS, 2002).



## 2 JUSTIFICATIVA

As tartarugas têm uma grande e única representatividade na diversidade biológica, sendo considerados animais chaves nos ecossistemas aquáticos. Entretanto, a falta de conhecimento referente à distribuição e aos movimentos migratórios de muitos vertebrados marinhos tem dificultado ações para a conservação das espécies (BLOCK *et al.*, 2001), como é o caso de *C. mydas*. Estudos sobre a dieta de tartarugas-verdes são importantes facilitadores para uma maior compreensão das relações ecológicas da espécie (GAMA, 2021; NAGAOKA *et al.*, 2012), pois a compreensão detalhada da dieta é essencial para garantir a sobrevivência da espécie, com influência direta no crescimento e, consequentemente, no sucesso reprodutivo, na condição de saúde, na demografia e na resiliência dos organismos (BALAZS, 1980; BIRNIE-GAUVIN *et al.*, 2017; BJORN DAL, 1980), além de determinar as áreas de alimentação e os principais recursos utilizados por elas (NAGAOKA *et al.*, 2012).

Altas frequências de mortalidade são comumente relatadas em áreas de alimentação, principalmente, em áreas próximas a grandes cidades (GREENLAND; LIMPUS; CURRIE, 2004; HAINES; LIMPUS, 2000), onde a urbanização densa está associada à baixa qualidade da água e aumento da turbidez (CHILVERS *et al.*, 2005), tornando cada vez mais importante diagnosticar as causas e mitigações. Os diagnósticos e a identificação mais precisa de doenças e fatores de risco podem contribuir diretamente para os esforços de gestão de conservação, a fim de evitar o declínio da espécie (HAMANN *et al.*, 2006; WHITING *et al.*, 2007), principalmente das ameaçadas de extinção.

Além disso, alguns autores relacionam o grau de incidência de doenças em tartarugas marinhas com a taxa de ocupação humana e industrial (CARVALHO *et al.*, 2021). No entanto, relacionar todos os possíveis fatores envolvidos e verificar os efeitos prováveis é ainda mais desafiador para animais longevos e com alta mobilidade (BJORN DAL; BOLTEN; LAGUEUX, 1994; MCCAULEY; BJORN DAL, 1999). A fim de buscar e avaliar quais são e de que maneira esses impactos e ameaças estão afetando tais animais, bem como suas relações, a avaliação da saúde e causa de morte, unidos a dados referentes à ecologia dos indivíduos, torna-se imprescindível e fundamental para a consolidação de pesquisas sobre a conservação da espécie.

Por mais que haja uma preocupação constante e de abrangência global com as tartarugas marinhas (FLINT *et al.*, 2019), ainda há poucos estudos sobre as doenças e causas de mortalidade em tartarugas marinhas (FLINT *et al.* 2010; HERBST; JACOBSON, 2003), de modo que a pesquisa envolvendo a avaliação de saúde juntamente à avaliação da dieta é

extremamente necessária e inédita para a região da Baixada Santista, que é uma área de intensa atividade humana, uma vez que se trata de um grupo de animais indicadores de saúde do ecossistema (AGUIRRE; LUTZ, 2004). Apesar de a Baixada Santista ser uma importante região do litoral de São Paulo, são raros os trabalhos acadêmicos com tartarugas marinhas no local (FERNANDES *et al.*, 2011).

Em 2011, foi estabelecido o Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas, seguindo as diretrizes da Instrução Normativa ICMBio nº 21/2018, tornando-se uma importante ferramenta de política pública e instrumento de gestão para a proteção desses animais em larga escala. Além deste, outros projetos de pesquisa científica, ações educacionais e processos legais de conservação atuam como ferramentas de conservação para a espécie. Adicionalmente, as tartarugas marinhas possuem um alto apelo popular por representarem uma fauna carismática, sendo capazes de atrair a atenção de diferentes grupos sociais, promover a sensibilização e aumentar a conscientização sobre os maus hábitos que afetam os ambientes marinhos (RODRIGUEZ, 2005). Portanto, estes animais podem servir não apenas como bioindicadoras ecossistêmicas, mas também como espécie bandeira para atrair a atenção pública (CARO; O'DOHERTY, 1999; FRAZIER, 2005).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e identificar o conteúdo gastrointestinal de exemplares de tartarugas-verdes resgatadas na Baixada Santista, a fim de descrever sua dieta e identificar conteúdos de procedência antrópica e suas correlações com as suspeitas clínicas e exames de necropsia.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e quantificar os itens alimentares do conteúdo gastrointestinal de espécimes de *Chelonia mydas* encalhados em praias da Baixada Santista, entre os municípios de Bertioga a São Vicente;
- Avaliar a relação sazonal dos itens alimentares;
- Analisar quali-quantitativamente (frequência de ocorrência e cor) os resíduos sólidos antrópicos ingeridos, visando identificar padrões de predileção na ingestão;
- Correlacionar os históricos clínicos e achados necroscópicos com o estado de saúde do animal.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

#### 4.1.1 A Baixada Santista

A Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) foi criada em 1996, por meio da Lei Complementar Estadual nº 815, sendo atualmente formada por nove municípios: Bertioga; Guarujá; Santos; Cubatão; São Vicente; Praia Grande; Mongaguá; Itanhaém; e Peruíbe. Destes, oito são considerados estâncias balneárias, caracterizadas por serem cidades litorâneas, com ilhas e praias com grandes porções de floresta de Mata Atlântica preservadas, ocupando uma área total de 2.419,93 km<sup>2</sup>, correspondente a 1,0% do território paulista (SÃO PAULO, [202-?]).

Na RMBS, a área de estudo está inserida na Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (APAMLC), uma Unidade de Conservação (UC) de Uso Sustentável criada em outubro de 2008 pelo governo do estado de São Paulo, cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza mediante o uso sustentável dos recursos naturais. Com cerca de 450 mil hectares, a APAMLC compreende ecossistemas de praias, restingas, costões rochosos, manguezais, mata atlântica e ambientes insulares.

A Baixada Santista apresenta uma grande diversidade de habitats, abrigando, consequentemente, uma grande diversidade de fauna que habita ou visita a região em determinadas épocas do ano. Tais fatores fazem com que o local seja alvo de um turismo exacerbado durante todo o ano, principalmente no verão, sendo considerado um grande polo turístico paulista (CARMO; GADOTTI; BOIA, 1999; SERRA, 1985). Segundo um relatório da Agência Metropolitana da Baixada Santista (SÃO PAULO, [202-?]), essa é uma das regiões mais densamente povoadas do estado, com 715,48 habitantes por km<sup>2</sup>, tendo 61,6% da população concentrada em três cidades principais: Santos; São Vicente; e Guarujá, todas com mais de 300 mil habitantes. A densidade populacional da região vem de encontro com a degradação ambiental presente, oriunda do turismo, da expansão urbana desordenada e da ocupação irregular de áreas caracterizadas como Áreas Protegidas Ambientalmente (APAs), além da presença do Porto de Santos, o maior da América Latina (HILSDORF; NETO; SOUZA, 2015; ZUNDT, 2006).

Portanto, os fatores ambientais, como as fisionomias litorâneas e as características oceanográficas, associados às questões populacionais e socioeconômicas da Baixada Santista, fez com que esse fosse o cenário ideal para realização do presente estudo.

#### 4.1.2 Área de coleta

A área de coleta dos exemplares de tartarugas-verdes compreendeu as praias dos municípios de Bertioga, Guarujá, Santos e São Vicente (Figura 5), localizadas na Baixada Santista.

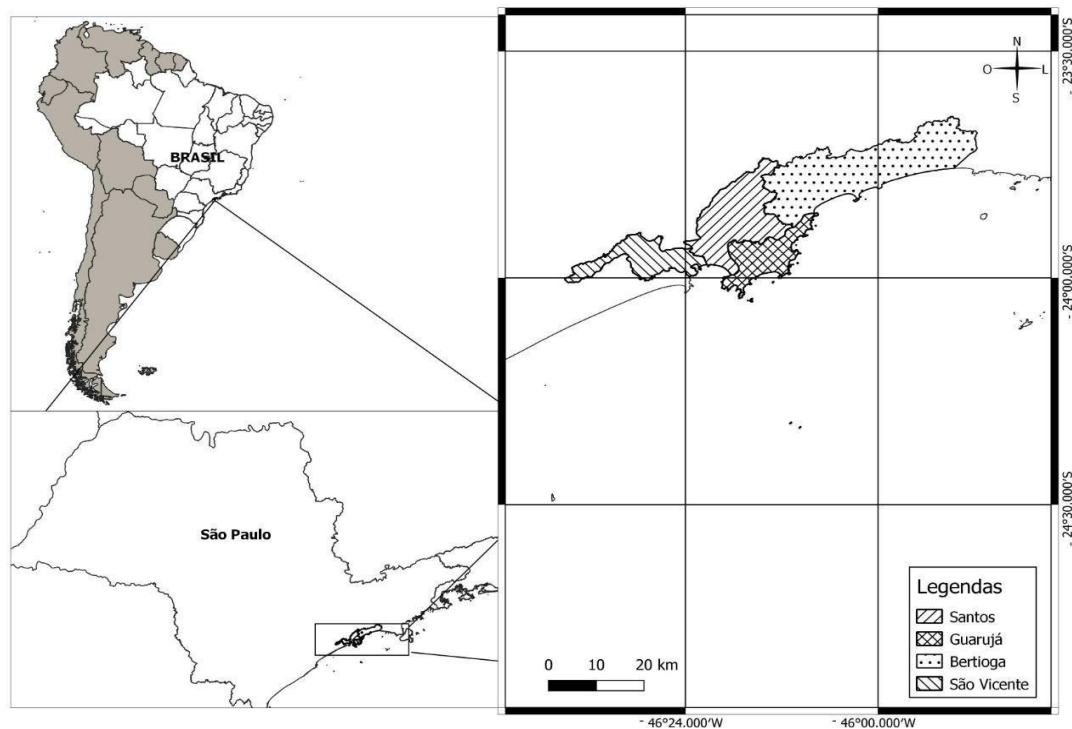


Figura 5 – Área de estudo de tartarugas-verdes *Chelonia mydas* coletadas.  
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

De acordo com o Plano de Manejo da APAMLC, o compartimento Santos-Bertioga compreende as ilhas de São Vicente e Santo Amaro, separadas entre si e do continente por canais de maré (Porto, São Vicente e Bertioga), onde também deságuam drenagens oriundas das encostas da Serra do Mar (SÃO PAULO, 2019). A principal bacia hidrográfica desse compartimento é a do rio Itapanhaú, que deságua no canal de Bertioga, além das praias que podem ser divididas em dois setores. O primeiro engloba as praias insulares da ilha de São Vicente, que são dissipativas, planas e compostas por areias finas a muito finas. O segundo setor abrange as praias da ilha de Santo Amaro, que estão expostas ao oceano, com características de praia de bolso (SÃO PAULO, 2019).

As praias conhecidas como dissipativas são ambientes que possuem pequena declividade, areia de granulometria fina e muito fina e uma larga região de arrebentação, sendo formadas por ondas de pequena altura e com menos energia. A duração e a área do

espraçamento (a dispersão da água do mar sobre a areia da praia) são grandes e a velocidade é pequena (PEIRÓ *et al.*, 2020). Já as praias de bolso são pequenas e formam-se entre promontórios em enseadas em costas rochosas. Podem ser compostas por uma mistura de pedregulhos, seixos, areia e lama e, portanto, têm uma combinação de diferentes tipos de linha de costa. Sua evolução depende da força das ondas e das características morfológicas, de maneira que a dinâmica mais comumente observada é a rotação da praia, devido à direção de onda predominante (YANN *et al.*, 2014).

O litoral de São Paulo possui cerca de 880 km de extensão de linha de costa e abrange 16 municípios, com área total de 7.759 km<sup>2</sup>. Os quatro municípios envolvidos no estudo são responsáveis por uma área total de 1.062 km<sup>2</sup>, sendo 133 km de linha de costa. O Guarujá é o município que possui maior extensão, totalizando 64 km, em seguida, encontra-se Bertioga com 45 km, São Vicente com 17 km e, por último, Santos com 7 km de extensão de linha de costa (CETESB, 2020).

## 4.2 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Os resgates de animais marinhos foram realizados por meio do Projeto de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS), uma atividade desenvolvida para o atendimento de condicionante do licenciamento ambiental federal das atividades da Petrobrás de produção e escoamento de petróleo e gás natural no Polo Pré-Sal da Bacia de Santos, conduzido pelo Ibama, com o objetivo de avaliar os possíveis impactos das atividades de produção e escoamento de petróleo sobre as aves, tartarugas e mamíferos marinhos, por meio do monitoramento das praias e do atendimento veterinário aos animais vivos e necropsia dos animais encontrados mortos. Esse projeto é realizado desde 2015 de Laguna/SC até Saquarema/RJ, sendo dividido em 15 trechos. O Instituto Gremer monitora o trecho 09, compreendido entre Bertioga e São Vicente.

Portanto, os animais analisados neste estudo foram provenientes de resgates realizados pelo Gremer, entre o período de 01 de junho de 2021 e 01 de junho de 2022, os quais foram posteriormente encaminhados para Centro de Reabilitação e Despetrolização de Fauna (CRD Gremer) no município de Guarujá. Os resgates foram realizados durante o monitoramento diário das praias da área de estudo, ou via acionamento, quando a equipe é chamada por munícipes, turistas ou autoridades locais (Figura 6).



Figura 6 – Exemplos de resgates de tartarugas-verdes *Chelonia mydas* realizados durante o monitoramento diário de praias da Bacia de Santos – PMP-BS (à esquerda) ou via acionamento (à direita).

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Greomar – Guarujá/SP.

Todos os resgates foram devidamente registrados com o uso de GPS Portátil *Garmin eTrex 10* e foi realizado o preenchimento de uma ficha de acompanhamento com informações a respeito da espécie, locais, horários, coordenadas e condições ambientais no momento do resgate. Os indivíduos podem ser resgatados com vida ou já em óbito. No segundo caso, eles são classificados de acordo com seu estágio de decomposição, sendo divididos em códigos (cód.) de 2 a 5, de maneira que quanto maior o número, maior o nível de decomposição da carcaça, sendo o último caso considerado estado de esqueletização, sem a presença de órgãos internos (Quadro 2). Esse dado é de extrema importância, pois está estreitamente relacionado à quantidade de informações que podem ser obtidas para uma possível determinação de *causa mortis*.

Quadro 2 – Descrição das classificações das carcaças de tetrápodes marinhos e seus respectivos códigos.

| Código | Descrição        | Características                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Animal vivo      | -                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2      | Carcaça fresca   | Aparência normal, com poucos danos; olhos e mucosas brilhantes; ausência de inchaço da carcaça ou odor forte; vísceras intactas e olhos íntegros.                                                                                                                                     |
| 3      | Pouco decomposto | Carcaça intacta; inchaço evidente; olhos e mucosas secos; odor moderado; alteração de coloração de órgãos por embebição hemoglobínica; consistência normal das vísceras (ainda intactas); e intestino dilatado pela presença de gás. Pode haver necrofagia dos olhos e tecidos moles. |

|   |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4 | Decomposição avançada | A carcaça pode estar intacta, mas colapsada; epiderme pode estar completamente perdida; odor forte; os ossos podem estar destacados e as vísceras podem ser recolhidas, mas frequentemente estão com textura liquefeita; grande quantidade de gás em alças intestinais e órgãos. No caso de tartarugas: escudos de queratina se descolando da carapaça; órgãos internos exteriorizados; e partes do corpo retiradas por animais necrófagos. |
| 5 | Carcaça seca          | Resquícios de pele cobrindo partes do esqueleto ou apenas o esqueleto; e ausência de vísceras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Fonte: Adaptado de Geraci e Lounsbury (2005).

#### 4.2.1 Coleta e armazenamento do conteúdo gastrointestinal (TGI)

A coleta do trato gastrointestinal (TGI) dos animais ocorreu por meio do exame anatomopatológico de indivíduos que chegaram vivos ao CRD Gremer e vieram a óbito no período médio de dois a cinco dias após sua entrada (cód. 2) ou que já chegaram em óbito (cód. 2, 3 ou 4). Os animais que passaram por tratamento veterinário e receberam alimentação via sonda ou que se alimentaram espontaneamente durante o processo de reabilitação foram descartados do número amostral, para não haver interferência na análise alimentar que possuíam *in situ*.

Para os animais cód. 2 ou 3, referente a carcaças frescas ou pouco decompostas, os animais foram resgatados e encaminhados para o CRD Gremer, onde passaram por exame de necropsia, uma vez que o estágio de decomposição possibilita coletas mais detalhadas e específicas para uma possível determinação de *causa mortis*. Durante o exame, após a retirada do plastrão (parte óssea localizada na região ventral do animal), os órgãos internos ficam expostos na cavidade abdominal e é possível a retirada de todo o TGI. Nesse momento, todo o conteúdo do estômago e intestino é coletado criteriosamente, com auxílio de lâmina de bisturi, tesoura cirúrgica e pinças (Figura 7). Todo o conteúdo obtido foi armazenado separadamente em potes de plástico com tampa de rosca, repletos de álcool 70% para análise posterior (DI BENEDITTO; RAMOS; LIMA, 2001).

Para os animais encontrados já em estágio avançado de decomposição (cód. 4), a coleta do TGI foi realizada em campo. Os animais em cód. 5 foram descartados do número amostral, uma vez que não havia presença de vísceras, devido ao nível de decomposição. Depois de retirado o plastrão e os órgãos internos ficarem expostos na cavidade abdominal, foram amarrados três barbantes: o primeiro no final do esôfago; outro no início do intestino para a separação entre o intestino e estômago; e o último na extremidade final do intestino.



Em seguida, os órgãos foram removidos da cavidade abdominal e, tanto o estômago quanto o intestino, foram armazenados em sacos *ziplock* e encaminhados para o CRD. Na base, os materiais foram acondicionados em freezer  $-20^{\circ}\text{C}$  e, posteriormente, armazenados separadamente em potes de plástico com tampa de rosca contendo álcool 70%, aguardando análise posterior (DI BENEDITTO; RAMOS; LIMA, 2001).



Figura 7 – Exame anatomopatológico sendo realizado em tartaruga-verde (à esquerda) e materiais utilizados nas coletas necroscópicas (à direita).

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

#### 4.3 ANÁLISES DOS DADOS

##### 4.3.1 Triagem e análise do conteúdo gastrointestinal dos indivíduos

A triagem do conteúdo gastrointestinal foi realizada na sala de necropsia e, inicialmente, os itens encontrados foram lavados com água corrente e auxílio de uma peneira de malha 1 mm. Em seguida, o conteúdo gastrointestinal foi minuciosamente vasculhado para a recuperação de estruturas mais resistentes à digestão, como algas, otólitos de teleósteos, carapaças de crustáceos, propágulos de mangue e demais itens. Utilizando uma pinça, os conteúdos foram agrupados em placas de Petri e encaminhados para análise em laboratório, para melhor caracterização dos itens.

Com o auxílio de uma lupa estereoscópica *Nikon SMZ745T* e pinças, os itens foram classificados de acordo com seu grupo taxonômico. O peso de cada item alimentar ou do resíduo antrópico foi obtido pelo método gravimétrico, que consiste em determinar o peso úmido do item com balança de precisão *BEL Engineering* 0,001g (HYSLOP, 1980) e as fotos foram retiradas sobre uma base de corte milimetrada, junto à placa de identificação do indivíduo (Figura 8).



Figura 8 – Análise e classificação dos itens alimentares com auxílio de lupa estereoscópica (à esquerda) e foto documentação do conteúdo gastrointestinal sobre base milimetrada (à direita).

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Para a identificação dos itens alimentares, foram utilizadas bibliografias específicas para cada grupo de presas (COSTA; FERNANDES, 2019; JOLY, 1967; NASSAR, 2012; SÁ, 2019), além da solicitação do auxílio de especialistas quando necessário. A identificação taxonômica de cada item alimentar foi diretamente impactada pelo grau de digestão, uma vez que quanto maior o tempo de digestão, menor a especificidade taxonômica encontrada.

De acordo com os itens encontrados durante as triagens, foram estabelecidas cinco categorias principais: macroalgas; invertebrados; peixes; outros itens; e resíduos antrópicos. No caso dos resíduos antrópicos, além da quantificação e pesagem, foi caracterizado também o tipo de resíduo e a sua coloração (GAMA, 2012; GUEBERT, 2008;). Todos os itens encontrados semi digeridos foram conservados em álcool 70% (DI BENEDITTO; RAMOS; LIMA, 2001). O material de origem antrópica também foi conservado, higienizado, seco e acondicionado em pacotes de *ziplock* devidamente etiquetados para, posteriormente, serem destinados ao acervo biológico do Instituto Gremar.

Após a triagem e análise de todo o conteúdo alimentar, além da tabulação dos dados em Excel, foi preenchido um laudo referente a cada indivíduo (Figura 9). Esse documento continha o peso total do TGI avaliado e de cada grupo identificado, além de registros fotográficos e toda a caracterização do indivíduo em relação ao sexo, estágio de desenvolvimento e condição corpórea. O laudo também especificava o local de encalhe e data, a fim de considerar a análise da época do ano. Para a identificação do período anual, foram consideradas as estações: verão; outono; inverno; e primavera.



**LAUDO DE CONTEÚDO GASTROINTESTINAL**





**LAUDO DE CONTEÚDO GASTROINTESTINAL**



**1. Informações do Indivíduo**

|                               |                                              |                                     |
|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Amostra: Estômago e Intestino | Espécie: <i>Chelonia mydas</i>               | Cód. Decomposição: 2                |
| Id: 198538                    | Sexo: Fêmea                                  | Estágio de Desenvolvimento: Juvenil |
| Data do encalhe: 30/10/2021   | Local do Encalhe: Asilares/Guarujá/SP        |                                     |
| Data da triagem: 31/10/2021   | Data de envio para identificação: 01/12/2021 |                                     |

**2. Conteúdo total no momento da necropsia**

Peso(g):

Obs: conteúdo estomacal

**3. Peso do material triado: 214,28 (g)**

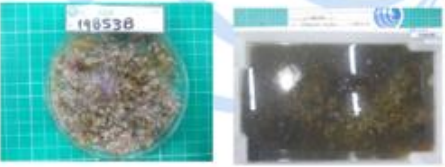
|         |                 |                       |                      |
|---------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| Peixes: | Algas: 187,17 g | Invertebrados: 8,71 g | Outros itens: 18,4 g |
|---------|-----------------|-----------------------|----------------------|

**4. Itens biológicos identificados**

Especialista responsável: Teodoro Vaske Junior

| Taxon                         | Descrição do item:      | n    | Peso(g) aproximado: |
|-------------------------------|-------------------------|------|---------------------|
| Ochrophyta (algas pardas)     | Inteiros e Fragmentados | 171  |                     |
| Folhas de Vegetais Superiores | Inteiros e Fragmentados | 17,4 |                     |
| Uva sp.                       | Fragmentada             | 9,96 |                     |
| Centroceras clavatum          | Fragmentada             | 5,47 |                     |
| Salpidae                      | Inteiros e Fragmentados | 8,71 |                     |
| Gracilariidae                 | Fragmentada             | 0,74 |                     |

**Registro fotográfico:**



**5. Itens antropogênicos identificados- Peso total(g): 1 g**

|                     |                                                               |                |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| Item: Plástico Mole | Descrição do item: Preto condizente à sacola de mercado; 4 cm | Peso (g): < 1g |
|---------------------|---------------------------------------------------------------|----------------|

**Registro fotográfico:**



**6. Data de emissão**

Guarujá, 30 de dezembro de 2021

Liberado por:

  
 Andrea Maranhão CRMV/SP 7728

  
 Teodoro Vaske Junior

Sede Administrativa: João Ruiz, 709 - Jardim Las Palmas - Guarujá/SP - CEP: 11420-100 - Telefone: (13) 2395-7000  
 Centro de Resiliências: Estrada Federal Roteiro km 3,3 - Zona Rural - Guarujá/SP - Telefone: (13) 2395-1468  
 CBAN: Av. Presidente Vargas, 811 - Centro - São Paulo - CEP: 11790-000 - Telefone: (13) 3029-8088

Sede Administrativa: João Ruiz, 709 - Jardim Las Palmas - Guarujá/SP - CEP: 11420-100 - Telefone: (13) 2395-7000  
 Centro de Resiliências: Estrada Federal Roteiro km 3,3 - Zona Rural - Guarujá/SP - Telefone: (13) 2395-1468  
 CBAN: Av. Presidente Vargas, 811 - Centro - São Paulo - CEP: 11790-000 - Telefone: (13) 3029-8088

Figura 9 – Exemplo de laudo do conteúdo gastrointestinal utilizado para padronização dos dados de tartaruga-verde.

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

As tartarugas marinhas que ainda não atingiram a maturidade sexual são consideradas jovens (LUTZ; MUSICK, 1997). Nesse sentido, outro fator levado em consideração foi a biometria dos indivíduos, uma importante ferramenta para traçar um padrão característico da espécie, bem como para relacionar e observar os aspectos evolutivos, fisiológicos, taxonômicos e ecológicos dos indivíduos. Assim, quando possível, foi obtido o comprimento curvilíneo total da carapaça de cada animal, como observado por Wyneken (2001). Foram então considerados filhotes os indivíduos de *C. mydas* com tamanho de CCC de até 30 cm e indivíduos juvenis com até 95 cm (GROSSMAN *et al.*, 2007).

Todos os animais, quando necropsiados, tiveram sua condição corpórea avaliada seguindo como base a presença de tecido adiposo e musculatura desenvolvida. Assim, os animais considerados com condição corpórea “boa e ótima” foram aqueles com presença significativa de tecido adiposo junto ao plastrão e musculatura de “boa a bem desenvolvida”. Os animais foram classificados como “magro e caquético” quando apresentavam quantidade de tecido adiposo abaixo dos parâmetros normais para a espécie e pouca ou até atrofia

muscular.

Além disso, para os animais que foram resgatados ainda com vida, foram coletadas informações referentes à suspeita clínica no momento do encalhe. Para os animais que vieram a óbito durante o tratamento (cód. 2) ou que foram resgatados mortos (cód. 2 ou 3), coletaram-se resultados de exames anatomopatológicos, condição corpórea e lesões descritas em TGI. Para ambos os casos, e também para os animais cód. 4, foram ainda registrados dados sobre a presença de epibiontes e fibropapilomatoses.

Todas as informações, referentes aos dados biológicos, clínicos e anatomopatológicos dos animais, seguimos protocolos internos do PMP-BS e do Instituto Gremar. Todos os dados foram registrados e coletados no Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA) e parte deles fica disponível para acesso público através do link: <https://simba.petrobras.com.br/simba/web/>.

#### 4.3.2 Análise da dieta

Para analisar todos os itens alimentares encontrados nos tratos digestórios dos animais do estudo, foi calculada a frequência de ocorrência (FO%) (HYSLOP, 1980; SOUZA, 2016; WINDELL; BOWEN, 1978) para cada item da dieta (Equação 1).

$$FO\% = \frac{\text{Número de animais que ingeriram o mesmo item} * 100}{\text{Número total de amostras}} \quad (1)$$

Além da FO%, todos os itens alimentares foram pesados e foi calculada a frequência gravimétrica (FG%), por ser considerado um índice mais preciso quando comparado ao primeiro (SILVEIRA *et al.*, 2020) (Equação 2).

$$FG\% = \frac{\text{Peso total de um item alimentar classificado} * 100}{\text{Peso total de todos os conteúdos encontrados em todos os TGI}} \quad (2)$$

Para a análise dos resíduos sólidos antrópicos, foi calculada a frequência de ocorrência de ingestão por cada tipo de resíduo classificado (SCHUYLER *et al.*, 2012) (Equação 3), uma vez que, nesse caso, foi possível a quantificação de cada item identificado.

$$FO\% = \frac{\text{Número de animais que ingeriram o resíduo classificado} * 100}{\text{Total de animais encontrados com resíduos sólidos}} \quad (3)$$

### 4.3.3 Análises estatísticas

Os dados de variáveis categóricas foram reportados por frequência absoluta (n) e relativa (%). Já os dados quantitativos, foram expressos por média e desvio padrão ou por intervalo de confiança de 95%. Associações entre variáveis categóricas foram verificadas por diferentes versões do teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ): *Fisher*; aderência; ou tendência linear. Associações entre variáveis categóricas dicotômicas e variáveis contínuas foram analisadas pela correlação ponto bisserial ( $r_{pb}$ ). A razão de prevalência (RP) foi estimada por meio da regressão de *Poisson* para o risco nutricional conforme a ingestão de resíduos sólidos. Em algumas comparações, o tamanho do efeito foi expresso por meio do *d* de Cohen e interpretado como:  $d < 0,20$  trivial,  $d = 0,20-0,59$  pequeno,  $d = 0,60-1,19$  moderado,  $d = 1,20-1,99$  grande,  $d = 2,00-3,99$  muito grande e  $d \geq 4,0$  quase perfeito (HOPKINS *et al.*, 2009). Quando pertinente, as análises de múltiplas respostas foram conduzidas, gerando frequências absolutas (n) e relativas (%). O teste de *Welch* com post hoc de *Games-Howell* (quando pertinente) foi usado para estimar diferenças entre as massas ingeridas segundo a época do ano.

O teste t independente foi usado para verificar diferenças na massa de alimentos ingerida entre os estados nutricionais. Nas análises inferenciais das variáveis quantitativas, foram realizados procedimentos de *bootstrapping* (1000 reamostragens; IC95% BCa), a fim de corrigir desvios de normalidade na distribuição da amostra e diferenças entre os tamanhos dos grupos, além de apresentar um intervalo de confiança de 95% para as diferenças entre as médias ( $\Delta$ ) (HAUKOOS; LEWIS, 2005).

O gráfico de *boxplot* foi utilizado para representar o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) conforme as estações do ano.

Os dados foram analisados com o programa *IBM Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 25.0 (*IBM Corp.*, Armonk, EUA), *GraphPad Prism* 9.0 (*GraphPad Software*, LCC, EUA) e *Statistica 8* software. A significância adotada foi de  $p < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 254 tartarugas-verdes ao longo do litoral da Baixada Santista, sendo que 36 animais foram resgatados ainda com vida e 218 mortos. Dentre os animais vivos, 12 foram soltos durante o período do estudo e 24 vieram a óbito, sendo possível a coleta de conteúdo em TGI em 18 animais, sem que houvesse influência da dieta relacionada ao processo de reabilitação. Dos animais coletados mortos, 80 foram caracterizados como cód. 5, não sendo possível a sua inclusão na pesquisa. Portanto, ao todo, foram analisados 156 conteúdos alimentares de tartarugas-verdes, que haviam sido resgatadas em quatro municípios, mais especificamente, em 29 praias da Baixada Santista (Figura 10).

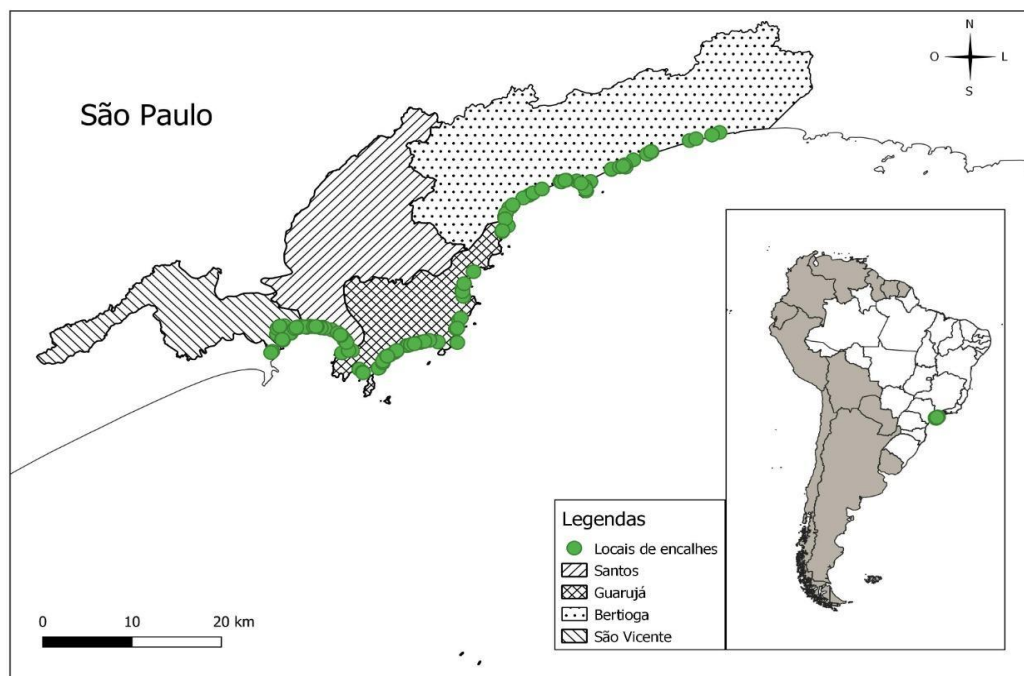


Figura 10 – Locais de encalhe de tartarugas-verdes (pontos verdes) ao longo de faixa de areia das praias dos municípios de Bertiooga, Guarujá, Santos e São Vicente.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Conforme apresentado na Tabela 1, dos animais que tiveram o conteúdo gastrointestinal analisado (n=156), 96,1% foram identificados em estágio de desenvolvimento juvenil (n=150), e, em relação ao sexo, a predominância foi de indivíduos com sexo indeterminado (63,5%, n=99). Em relação à época do ano, os registros de encalhe ocorreram principalmente durante o inverno (31,4%, n=49) e 36,6% ocorreram no município do Guarujá (n=57).

Tabela 1 – Características gerais de tartarugas-verdes *Chelonia mydas* encalhadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022 (n=156).

| Variável                          | Frequência absoluta n e relativa (%) |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Estágio de desenvolvimento</b> |                                      |
| Filhote                           | 6 (3,9)                              |
| Juvenil                           | 150 (96,1)                           |
| <b>Sexo</b>                       |                                      |
| Fêmea                             | 42 (26,9)                            |
| Macho                             | 15 (9,6)                             |
| Indeterminado                     | 99 (63,5)                            |
| <b>Época do encalhe</b>           |                                      |
| Primavera                         | 40 (25,6)                            |
| Verão                             | 25 (16,0)                            |
| Outono                            | 42 (26,9)                            |
| Inverno                           | 49 (31,4)                            |
| <b>Município do encalhe</b>       |                                      |
| Bertioga                          | 40 (25,6)                            |
| Guarujá                           | 57 (36,6)                            |
| Santos                            | 34 (21,8)                            |
| São Vicente                       | 25 (16,0)                            |

Dados reportados por frequência absoluta n e relativa (%).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Levando em consideração seu tamanho (cm), a maioria das *C. mydas* analisadas eram animais em fase juvenil (96,1%), enquanto apenas 3,9% exemplares do estudo foram considerados filhotes. Os animais apresentaram o CCC variando de 27,9 cm a 79,3 cm, sendo o menor espécime coletado no período do inverno e o maior durante a primavera, conforme gráfico de *boxsplot* do CCC de acordo com a época do ano (Figura 11).

No inverno, foram amostrados 49 indivíduos, de maneira que o CCC mínimo foi de 27,90 cm e o máximo de 56 cm. Na primavera, 37 tartarugas-verdes foram avaliadas, em que o CCC mínimo foi 29,5 cm e o máximo de 79,30 cm. No verão, 23 animais foram considerados para a pesquisa, apresentando tamanho mínimo de carapaça de 33,1 cm e máximo de 62,20 cm. Por fim, no outono, registrou-se 32 animais, com CCC mínimo de 28,5 cm e máximo de 68 cm (Figura 11).



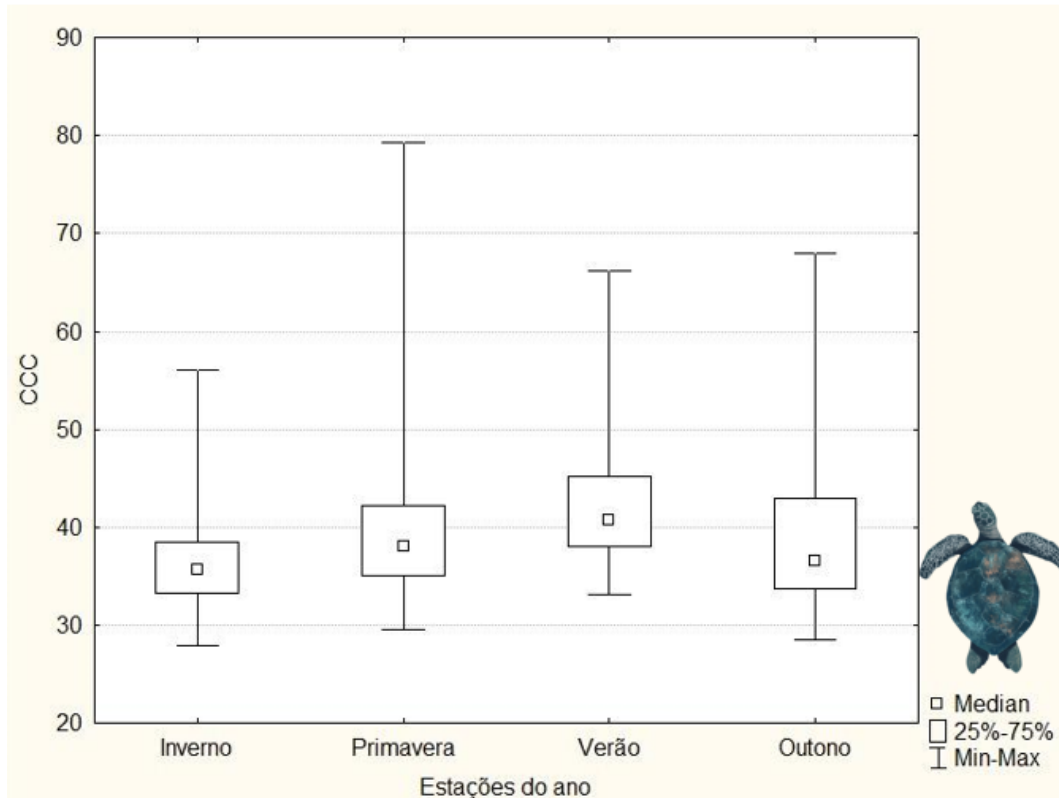


Figura 11 – Gráfico de *boxplot* representando o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) de tartarugas-verdes encalhadas conforme as estações do ano.

A caixa representa o intervalo interquartil (25-75%), o quadrado dentro da caixa a mediana e as linhas horizontais os valores mínimo e máximo. O gráfico foi elaborado no software *Statistica 8*.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tais dados reafirmam resultados já esperados, uma vez que nessa fase, ou seja, após os primeiros anos em zona oceânico-pelágica, a espécie direciona-se para ambientes bentônicos e rasos, quando atingem um CCC aproximado de 30 cm, sendo esse o tamanho no qual também ocorre a mudança do hábito alimentar de onívoro para herbívoro. Esse resultado também foi obtido nos trabalhos realizados por Souza (2016) e Souza (2019), em que a maioria das tartarugas-verdes resgatadas em áreas de alimentação no litoral de Ubatuba (São Paulo) e litoral de Santa Catarina era indivíduos juvenis.

Mesmo sendo uma espécie migratória de longa distância (GALLO *et al.*, 2006; SEMINOFF; JONES, 2006), as tartarugas-verdes podem ocupar posições estáveis em áreas de alimentação durante a vida, de acordo com a disponibilidade de recursos alimentares (HART; FUJISAKI, 2010; SEMINOFF; RESENDIZ; NICHOLS, 2002). Sendo assim, o grande número de animais juvenis analisados neste estudo demonstra a alta frequência e a importância da região como área de alimentação de tartarugas-verdes juvenis, enaltecendo o primeiro e único estudo realizado na área, referente à área de alimentação de *C. mydas*, de



autoria de Sazima e Sazima (1983). Por outro lado, o alto número de animais juvenis encontrados debilitados e/ou mortos é preocupante, uma vez que quanto mais próximos da costa mais vulneráveis à ingestão de resíduos sólidos e às interações com redes de pesca (BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2003), além da possibilidade de atropelamento por embarcações (DENKINGER *et al.*, 2013). Segundo os dados disponíveis na plataforma SIMBA (2022), nos últimos seis anos, 3.363 tartarugas-verdes foram resgatadas debilitadas, apenas no estado de São Paulo.

No presente trabalho, considerando apenas os animais resgatados na categoria cód. 2 e 3 (n=57), a maioria eram fêmeas (42 fêmeas e 15 machos), enquanto os animais encontrados na categoria cód. 4 (n=99), devido ao seu estágio de decomposição, não passaram por exame anatomopatológico e, conseqüentemente, a identificação do sexo foi inviável. O grande número de fêmeas coletadas pode estar associado ao aumento de temperatura média global (SOPHE NEW BOARD OF TRUSTEES MEETING, 2014), uma vez que o sexo desses animais é determinado pela temperatura de incubação durante o segundo terço do desenvolvimento embrionário (determinação do sexo dependente da temperatura – TSD) (JANZEN, 1994). Em temperaturas mais baixas, produzem mais filhotes machos, enquanto em temperaturas mais quentes produzem mais fêmeas (JANZEN, 1994; VALENZUELA; LANCE, 2004), podendo alguns fatores interferir nessa temperatura, como a umidade do solo e a vegetação local (POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Sendo assim, o elevado número de fêmeas resgatadas em relação aos machos pode ser explicado em detrimento de um fator ambiental, relacionado à temperatura, representando uma séria ameaça a essas populações.

Os encalhes ocorreram principalmente no período de inverno (n=49), prosseguidos do outono (n =42), primavera (n= 40) e verão (n=25), e de forma decrescente nos municípios de Guarujá (n= 57), Bertioga (n=40), Santos (n=34) e São Vicente (n=25) (Tabela 1). Os dados foram concordantes com os resultados obtidos no estudo realizado por Fernandes *et al.* (2011), em que o maior índice de encalhe ocorreu no inverno e no município de Guarujá.

Foi encontrada a presença de conteúdo alimentar em 153 dos 156 tratos gastrointestinais analisados, os quais foram classificados em cinco categorias alimentares principais: macroalgas; invertebrados; peixes; outros itens (Tabela 2); e resíduos antrópicos. O peso total (g) dos conteúdos variou de 0,9g a 4.750,05g, sendo que 65,4% (n=102) dos TGI foram considerados completos, 15,4% (n=24) possuíam apenas estômago e 17,3% (n=27) somente intestino. Do peso total analisado, 66,7% pertenciam à categoria de algas, 26,4% à categoria outros itens, 4,2% à resíduos sólidos, 2,2% à invertebrados e 0,5% à peixes.

Tabela 2 – Frequência de ocorrência (FO%), frequência gravimétrica (FG%) e peso (g) dos itens identificados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes analisadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022.

| Item da dieta                 | Nível Taxonômico | n  | FO %  | FG % | Peso (g)          |
|-------------------------------|------------------|----|-------|------|-------------------|
| <b>Algas vermelhas</b>        |                  |    |       |      |                   |
| Rhodophyta                    | Filo             | 37 | 23,72 | 2,76 | 7,71 [3,9 –12,1]  |
| Florideophyceae               | Classe           | 1  | 0,64  | 0,02 | 0,05 [0,0 –0,1]   |
| Rhodymeniophycidae            | Subclasse        | 6  | 3,85  | 1,11 | 2,59 [0,28 –6,0]  |
| Gracilariales                 | Ordem            | 6  | 3,85  | 0,42 | 0,98 [0,1 –1,9]   |
| Gigartinales                  | Ordem            | 1  | 0,64  | 0,18 | 0,41 [0,0 –0,8]   |
| <i>Chondracanthus</i> sp.     | Gênero           | 2  | 1,28  | 0,01 | 0,01 [0,0 –0,1]   |
| Ceramiales                    | Ordem            | 4  | 2,56  | 0,54 | 1,27 [0,0 –3,3]   |
| <i>Centroceras clavilatum</i> | Espécie          | 4  | 2,56  | 0,92 | 0,19 [0,0 –0,4]   |
| <i>Caloglossa</i> sp.         | Gênero           | 5  | 3,21  | 5,19 | 12,10 [0,4 –24,2] |
| <i>Amphiroa</i> sp.           | Gênero           | 1  | 0,64  | 0,02 | 0,04 [0,0 –0,1]   |
| <i>Gelidium</i> sp.           | Gênero           | 1  | 0,64  | 0,00 | 0,01 [0,0 –0,02]  |
| <i>Champia</i> sp.            | Gênero           | 1  | 0,64  | 0,00 | <0,01 [0,0 –0,02] |
| Bonnemaisoniales              | Ordem            | 2  | 1,28  | 0,00 | <0,01 [0,0 –0,01] |
| Bangiophyceae                 | Classe           | 1  | 0,64  | 0,02 | 0,04 [0,0 –0,1]   |
| <i>Porphyra</i> sp.           | Gênero           | 8  | 5,13  | 0,27 | 0,63 [0,2 –1,3]   |
| <b>Algas pardas</b>           |                  |    |       |      |                   |
| Ochrophyta                    | Filo             | 38 | 24,36 | 9,55 | 22,2 [11,0 –38,0] |
| Phaeophyceae                  | Classe           | 2  | 1,28  | 0,26 | 0,60 [0,0 –1,3]   |
| <i>Dictyopteris</i> sp.       | Gênero           | 3  | 1,92  | 4,81 | 14,71 [0,1 –33,4] |
| <i>Dyctiota</i> sp.           | Gênero           | 2  | 1,28  | 1,39 | 3,24 [0,0 –6,5]   |
| <i>Sargassum</i> sp.          | Gênero           | 4  | 2,56  | 2,00 | 4,65 [0,2 –9,8]   |
| <b>Algas verdes</b>           |                  |    |       |      |                   |
| Chlorophyta                   | Filo             | 23 | 14,74 | 2,41 | 5,62 [2,1 –10,3]  |
| Ulvophyceae                   | Classe           | 1  | 0,64  | 0,05 | 0,11 [0,0 –0,1]   |
| <i>Ulva</i> sp.               | Gênero           | 23 | 14,74 | 4,81 | 11,2 [3,7 –21,9]  |
| <i>Ulva lactuca</i>           | Espécie          | 1  | 0,64  | 0,15 | 0,34 [0,0 –0,7]   |
| Cladophorales                 | Ordem            | 3  | 1,92  | 0,19 | 0,45 [0,0 –0,9]   |
| <i>Cladophora</i> sp.         | Gênero           | 9  | 5,77  | 0,67 | 2,50 [0,7 –4,9]   |
| <i>Chaetomorpha</i> sp.       | Gênero           | 17 | 10,90 | 1,26 | 2,92 [1,1 –5,4]   |
| <i>Chaetomorpha antennina</i> | Espécie          | 6  | 3,85  | 0,42 | 0,99 [0,1 –2,1]   |
| <i>Rhizoclonium</i> sp.       | Gênero           | 3  | 1,92  | 0,04 | 0,10 [0,0 –0,2]   |
| Bryopsis                      | Gênero           | 1  | 0,64  | 0,01 | 0,01 [0,0 –0,01]  |
| Acetabularia                  | Gênero           | 1  | 0,64  | 0,03 | 0,07 [0,0 –0,1]   |
| <b>Peixes</b>                 |                  |    |       |      |                   |
| Teleostei                     | Infra classe     | 6  | 3,85  | 0,52 | 2,77[–0,83 –6,36] |
| Engraulidae                   | Família          | 1  | 0,64  | 0,01 | 0,05[–0,04 –0,14] |
| <b>Invertebrados</b>          |                  |    |       |      |                   |
| Fragmentos Calcários          | -                | 36 | 23,08 | 1,41 | 7,47 [0,5 –14,3]  |
| <i>Histioteuthis</i> sp.      | Gênero           | 2  | 1,28  | 0,01 | 0,05[–0,04 –0,13] |
| Salpidae                      | Família          | 3  | 1,92  | 0,15 | 0,81[–0,47 –2,08] |
| Brachyura                     | Infra ordem      | 2  | 1,28  | 0,03 | 0,14[–0,12 –0,39] |
| Apêndice de crustáceo         | -                | 3  | 1,92  | 0,03 | 0,14[–0,09 –0,36] |
| Actiniaria                    | Ordem            | 7  | 4,49  | 0,32 | 1,70[–0,40 –3,81] |
| Medusozoa                     | Classe           | 2  | 1,28  | 0,11 | 0,59[–0,34 –1,52] |
| Cirripedia                    | Infra classe     | 4  | 2,56  | 0,01 | 0,07[–0,01 –0,15] |
| Bryozoa                       | Filo             | 6  | 3,85  | 0,06 | 0,31 [0,05 –0,57] |
| Porifera                      | Filo             | 1  | 0,64  | 0,03 | 0,17[–0,16 –0,50] |
| Sertulariellidae              | Família          | 3  | 1,92  | 0,08 | 0,41[–0,32 –1,13] |
| Caridea                       | Infra ordem      | 1  | 0,64  | 0,01 | 0,03[–0,02 –0,08] |

**Outros itens**

|                            |         |    |       |       |                    |
|----------------------------|---------|----|-------|-------|--------------------|
| Conteúdo de origem vegetal | -       | 89 | 57,05 | 13,20 | 42,2 [25,1 –59,3]  |
| Folha de vegetal de mangue | -       | 53 | 33,97 | 6,56  | 19,9 [8,99 –30,9]  |
| <i>Rhizophora mangle</i>   | Espécie | 33 | 21,15 | 8,04  | 23,8 [10,4 –37,2]  |
| Monocotiledôneas           | -       | 10 | 6,41  | 0,40  | 1,18 [-0,71 –3,1]  |
| Sementes                   | -       | 2  | 1,28  | 0,02  | 0,04[-0,02 –0,12]  |
| Semente Bignoniaceae       | -       | 1  | 0,64  | 0,00  | <0,01[-0,01 –0,01] |
| Salviniaceae               | Família | 1  | 0,64  | 0,01  | 0,01[-0,02 –0,05]  |
| <i>Phaseolus vulgaris</i>  | Espécie | 2  | 1,28  | 0,32  | 0,94 [-0,88 –2,7]  |
| Conteúdo de origem animal  | -       | 22 | 14,10 | 0,54  | 1,59 [0,39 –2,8]   |
| Fio de cabelo              | -       | 2  | 1,28  | 0,00  | 0,01[-0,01 –0,04]  |
| Pena                       | -       | 8  | 5,13  | 0,03  | 0,10[-0,02 –0,23]  |
| Insecta                    | -       | 4  | 2,56  | 0,00  | 0,01[-0,01 –0,02]  |

Dados de peso reportados por média e intervalo de confiança de 95%. “n” representa a quantidade de indivíduos que ingeriram o mesmo item alimentar.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Da categoria das algas, foi possível identificar a presença de três grandes grupos de algas: as clorófitas (algas verdes); as rodófitas (algas vermelhas); e as ocrófitas (ou cromófitas, algas pardas), sendo possível notar uma maior diversidade de algas vermelhas e verdes, seguido das algas pardas. Todas elas, quando somadas, apresentaram frequência de ocorrência maior que 30%. As macroalgas foram os itens mais observados nos tratos gastrointestinais, mas devido ao grau de digestão em que foram encontradas e, conseqüentemente, à alteração da sua forma e cor, 43,2% dos itens não foram possíveis de serem identificados em menor nível taxonômico.

Dentre as algas identificadas, as algas pardas foram a de maior peso, representando 25,87% em relação ao peso total das macroalgas, porém com a menor frequência de ingestão por indivíduos (n=49). Foi possível identificar três gêneros deste grupo, *Dyctiota* sp., *Dictyopteris* sp., *Sargassum* sp., sendo que entre os dois últimos, *Dictyopteris* sp. apresentou maior frequência gravimétrica (FG%=4,81) e, conseqüentemente, maior média de peso (14,71g), sendo então a espécie ingerida em maior quantidade. Porém, *Sargassum* sp. apresentou maior frequência de ocorrência (FO%=2,56, n=4), sendo ingerida por um maior número de indivíduos, mesmo que em menor quantidade (FG%=2). Essas algas pardas são de grande importância econômica e ecológica. A *Dyctiota* sp. e *Dictyopteris* sp. são conhecidas por apresentarem defesa química contra herbivoria, demonstrando sua função ecológica no ecossistema, enquanto o gênero *Sargassum* sp., além de produtor de alginato, pode formar densos bancos no infralitoral de costões rochosos, podendo representar a alga mais importante em termos de abundância no ecossistema, além de representar abrigo, local de desova e substrato para o desenvolvimento de diversas espécies de algas e outros organismos (SZÉCHY; PAULA, 2000).

Neste estudo, as algas vermelhas representaram 16,48% do grupo das algas e foi possível identificar seis gêneros e uma espécie (em menor nível taxonômico), sendo a *Porphyra* sp. a de maior frequência de ocorrência, consumida por oito indivíduos (FO%=5,13), mesmo que em pouca quantidade (100,55g). *Caloglossa* sp. foi mais representativa nesse quesito (12,10g), com a segunda maior frequência de ocorrência (FO=3,21%), sendo ingerida por cinco indivíduos. Segundo o Plano de Manejo da APAMLC (SÃO PAULO, 2019) e conforme trabalho realizado pelo pesquisador Rocha-Jorge (2010), as algas vermelhas são as mais encontradas em número de espécies em toda a região da Baixada Santista.

Os dados demonstraram que por mais que a ingestão em peso total de algas verdes tenha sido a menor quando comparada aos demais grupos de algas (14,42%), a maior frequência de ocorrência está neste grupo. Assim, observou-se uma predileção pelo consumo de *Ulva* sp. e *Chaetomorpha* sp., assim como relatado nos trabalhos de Castell (2005), Santos *et al.* (2015) e Souza (2016). O gênero *Ulva* é abundante e está disponível em toda a costa brasileira, ocorrendo em todas as estações do ano, além de possuir uma alta capacidade de desenvolver-se em águas eutrofizadas (JOLY, 1967). Devido a isso, esse gênero é considerado como indicador de poluição orgânica e foi dominante no estudo realizado por Araujo *et al.* (2019) na Baía Santista, local que abriga o Porto de Santos, considerado o maior da América Latina. Além disso, possui ampla distribuição, ocorrendo em águas quentes e temperadas, em regiões rasas, geralmente em habitats consolidados, em mar aberto e estuários, podendo estar associado a caules de manguezais ou a qualquer estrutura fixa (HERNÁNDEZ *et al.*, 1997; MAYAKUN; PRATHEP, 2005), estando presente em um cenário ideal para o seu desenvolvimento, no caso da Baixada Santista.

Um estudo realizado por Castell (2005), no Uruguai, também registrou as algas *Ulva* sp. como sendo as mais representativas. Já a espécie *Chaetomorpha antennina* ocorre fixamente sobre as rochas expostas, em locais sujeitos a forte batimento de ondas, assim como registrada na Praia do Tombo em Guarujá, desde 2007 (GUIZARDI; AZEVEDO; FACCINI, 2015), sendo essa uma das praias desse estudo.

Um fato importante a ser ressaltado é que, neste trabalho, diferentemente da maior parte dos trabalhos realizados mundialmente sobre análise de conteúdo gastrointestinal de *C. mydas*, não foi identificada a ingestão de grama marinha, item comum em sua dieta (GAMA *et al.*, 2016; SEMINOFF; RESENDIZ; NICHOLS, 2002). As atividades de dragagem são realizadas no canal do Porto de Santos desde 1981, conforme descrito por Zundt (2006). Essas atividades causam mudanças morfológicas, devido a alterações nos processos hidrodinâmicos

do local e, conseqüentemente, ocorrem também mudanças ecossistêmicas. Uma vez que ocorram modificações nesses processos físicos, há alterações em relação à disponibilidade de nutrientes, podendo causar impactos na fauna e flora dessas áreas (REID, 2019). Sendo assim, uma hipótese a ser considerada é que ambas as evidências (ausência de grama marinha no conteúdo de TGI analisado dos indivíduos e presença intensa de atividade de dragagem) estejam relacionadas, assim como observado na pesquisa realizada por Cabaco e Santos (2014), no Parque Natural da Ria Formosa (Portugal), onde as espécies de grama marinha, *Zoostera marina* e *Cymodocea nodosa*, desapareceram durante o período de atividades de dragagem na região e no canal. Além disso, diversos estudos destacam os efeitos prejudiciais das atividades antrópicas relacionadas a danos mecânicos e alterações físicas, como dragagens, construções costeiras, pesca e navegação, como observado para *C. nodosa* em Lanzarote (Canary Islands) e Gulf of Tigullio (Itália) (TUYA *et al.*, 2002; BARSANTI *et al.*, 2007) e outras espécies de ervas marinhas em todo o mundo (RUIZ; ROMERO, 2003; ELDRIDGE *et al.*, 2004; SHERIDAN, 2004; CABAÇO *et al.*, 2005; BADALAMENTI *et al.*, 2006; PARK *et al.*, 2011).

Dos 156 animais analisados, em apenas sete foi possível identificar a presença de peixes no conteúdo gastrointestinal, sendo um deles pertencente à família Engraulidae (Figura 12), composta por indivíduos que possuem hábitos pelágicos, costeiros e estuarinos (LOEB, 2016). Devido ao leve grau de digestão do item encontrado durante a triagem, é possível que tenha sido ingerido próximo à data de encalhe e na região do estudo, sendo as espécies dessa família comumente encontradas na Baixada Santista. A baixa frequência de peixes na dieta, segundo alguns autores, pode ser considerada ocasional (BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2003; GUEBERT *et al.*, 2011), contudo, a pouca ingestão de proteína pode acarretar em alguns prejuízos à saúde, como às baixas taxas de crescimento, atraso na maturidade sexual e baixa produção reprodutiva (BJORNDAL, 1995).



Figura 12 – Peixe pertencente à família Engraulidae encontrado no conteúdo gastrointestinal de *C. mydas*.

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Entretanto, pode-se considerar que houve uma frequência de ocorrência notável do grupo dos invertebrados, principalmente de fragmentos calcários (FO%=23,08), seguido por actiniaria (FO%=4,49), bryozoa (FO%=3,85) e cirripédias (FO%=2,56), itens importantes e que contribuem na obtenção de vitaminas, elementos traços e aminoácidos essenciais, que podem complementar a dieta da espécie (SEMINOFF; RESENDIZ; NICHOLS, 2002). Porém, alguns autores consideram que a ingestão de moluscos e crustáceos pode ocorrer de maneira acidental devido seu tamanho e por estarem associados às algas e costão rochoso (BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2003; SEMINOFF; RESENDIZ; NICHOLS, 2002).

Também foi observada a ingestão de *Histioteuthis* sp. (bico de Teuthida) (Figura 13) e, embora com uma frequência de ocorrência baixa, notou-se que os dois animais que ingeriram esse item eram tartarugas-verdes com CCC menores em relação aos outros indivíduos (28,5 cm e 34,7 cm), sendo uma delas ainda em estágio de desenvolvimento classificado como filhote, corroborando com os resultados observados nos estudos realizados por Souza (2019) e Vélez-Rubio *et al.* (2015). Os dois indivíduos apresentavam condição corpórea ruim (caquéticos), além de presença de resíduos sólidos no trato gastrointestinal, assim como na pesquisa realizada por Souza (2019). Adicionalmente, os animais que consumiram os bicos de Teuthida e resíduos antrópicos apresentavam lesões no trato digestório, como esofagogastroenterocolite, gastroenterocolite e fecaloma, sendo o fecaloma também observado no trabalho de Souza (2019), fatores que afetam ainda mais a condição de saúde desses animais. Diante disso, a ingestão de bicos de cefalópodes e resíduos antrópicos,

principalmente plásticos, associada a uma condição corpórea ruim no momento do encalhe, sugere que tais itens tenham sido ingeridos na superfície, uma vez que os plásticos tendem a boiar e permanecer na superfície, assim como os animais bastante debilitados, os quais apresentam dificuldade em mergulhar e, conseqüentemente, de se alimentar, consumindo o que estiver disponível e com fácil acesso, empregando um menor gasto energético.



Figura 13 – *Histioteuthis* sp.encontrado no trato gastrointestinal de um indivíduo de *C. mydas*. Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Outra hipótese seria que, devido ao estágio de desenvolvimento destes animais, provavelmente estes itens foram ingeridos enquanto ainda em fase de vida oceânica e ainda não haviam sido recrutados para zonas neríticas, uma vez que os bicos de cefalópodes são compostos por quitina, resistentes à ação gástrica, podendo permanecer durante meses no trato gastrointestinal dos animais que o ingerirem (CLARKE, 1986), assim como os resíduos antrópicos. Entretanto, a mudança ontogenética da dieta não é bem determinada para todos os indivíduos, ou seja, alguns podem ainda não ter alterado sua dieta para uma alimentação estritamente herbívora, mesmo estando em zona nerítica (SOUZA, 2019), além de que os animais podem fazer pequenos movimentos para o ambiente oceânico, mesmo que após recrutamento (HATASE *et al.*, 2006).

Foram identificados propágulos de mangue em 86 indivíduos, ou seja, em 55% das tartarugas-verdes analisadas, assim, considerando o peso total desse grupo, verificou-se que 21% eram referentes à espécie *Rhizophora mangle* (mangue vermelho). Essa espécie ocorre em todo o estuário Santista, estando presente nos manguezais de todos os municípios da área de estudo (SÃO PAULO, 2019). A variedade e ocorrência de alimentos no local é um fator muito importante na dieta e estratégia de forrageamento. O estuário santista é uma região que possui uma grande diversidade de macroalgas, conforme levantamento realizado por Sena (2012) e Sena (2016), mas que vem se recuperando ao longo dos anos conforme demonstrado

por alguns trabalhos. Os levantamentos florísticos realizados por Joly (1957), Oliveira e Berchez (1978) e Berchez e Oliveira (1992) verificaram uma diminuição considerável no número de espécies de macroalgas encontradas nessa região ao longo dos anos, devido ao nível de poluição crescente. No entanto, posteriormente, Oliveira e Qi (2003) notaram um aumento sutil no número de espécies de macroalgas quando comparado aos estudos anteriores. De modo similar, um levantamento mais recente, realizado por Pinto (2022), demonstrou claramente esse aumento, no qual foram identificadas 11 espécies de algas vermelhas, sendo as mesmas encontradas nos conteúdos gastrointestinais das tartarugas-verdes analisadas neste estudo, das ordens Gigartinales e Ceramiales e gêneros *Gelidium* sp. e *Caloglossa* sp. Esse último apresentou a segunda maior frequência de ocorrência.

Contudo, mesmo que tal levantamento tenha demonstrado um aumento gradativo da diversidade de algas na região estuarina, as tartarugas-verdes podem passar a adotar diferentes estratégias alimentares quando presentes nesses locais, uma vez que há menor disponibilidade de algas em relação às áreas costeiras, devido à baixa salinidade e altas cargas de sedimentos transportadas pelos rios (HORTA *et al.*, 2001). Sendo assim, devido à falta de outros recursos alimentares disponíveis em determinados locais, os propágulos de mangue são comuns em dietas de tartarugas-verdes (AMOROCHO; REINA, 2007; LIMPUS; LIMPUS, 2000; PENDOLEY; FITZPATRICK, 1999; LÓPEZ-MENDILAHARSU *et al.*, 2005). Entretanto, vale ressaltar que a ingestão desses itens despense maior gasto energético, uma vez que requer mudanças radicais na microflora intestinal. Quando animais como as tartarugas-verdes, que se alimentam principalmente de algas marinhas, passam a se alimentar de materiais de origem do mangue, esses itens passam a ter baixa digestibilidade (BJORNDAL, 1980).

Também foi possível observar que 57,05% das tartarugas-verdes (n=89) continham conteúdo de origem vegetal em seu trato digestório (folhas de vegetal superior), sendo possível então verificar um comportamento alimentar generalista (SANTOS *et al.*, 2015), no qual os indivíduos se alimentam do material flutuante proveniente da área de manguezal ou áreas adjacentes (Mata Atlântica). Nagaoka *et al.* (2012), em sua pesquisa, relataram que *C. mydas* juvenis neríticas possuíam uma dieta composta principalmente de itens associados a plantas flutuantes de mangue, enquanto Amorcho e Reina (2007) identificaram frutos de mangue, além de material de origem vegetal, como *Ficus* spp. e *Hibiscus* spp., evidenciando uma dieta mista (terrestre e oceânica). De maneira similar, notou-se que 16 animais também consumiram outros itens de origem terrestre, como sementes de Bignoniaceae, Salviniaceae, entre outras.



Nesse sentido, por se tratar de uma região onde há disponibilidade de macroalgas, principal alimento da tartaruga-verde, além de uma grande quantidade de itens oriundos do manguezal, acredita-se que o estuário Santista também seja uma área de alimentação para a espécie. Entretanto, os manguezais da Baixada Santista vêm enfrentando diversas ameaças, dentre elas a construção de aterros, marinas e loteamentos, recepção de dejetos como produtos químicos e esgotos, além do Porto de Santos, que os expõe à contaminação e invasão biológica (MENGHINI, 2008), e outras pressões antrópicas, como a construção de palafitas, drenagem, aterramento para ocupação do solo e a crescente especulação imobiliária, que também provocam impactos diretos aos bosques de mangue e, conseqüentemente, às espécies locais.

Através de pesquisas realizadas para verificar o tempo de trânsito gastrointestinal dos répteis, que variam de acordo com a eficiência digestiva associada às estratégias alimentares específicas (herbivorias, onivoria ou carnívora) (DIAZ-FIGUEROA; MITCHELL, 2006), foram registrados tempos médios de trânsito em *C. mydas* juvenis de  $23,3 \pm 6,6$  dias, sendo considerados tempos mais longos quando comparados ao tempo de trânsito de *C. Caretta* juvenis (espécie carnívora), por exemplo, que apresentam média de  $13,2 \pm 4,6$  dias, uma vez que as tartarugas-verdes utilizam uma estratégia de fermentação do intestino posterior para digerir os carboidratos estruturais nas paredes celulares das plantas (MACKIE, 2002).

Com estas pesquisas e considerando os períodos das épocas do ano com intervalos de aproximadamente 90 dias, foi possível observar que, durante o verão, o consumo, seja de peixes, invertebrados, algas, vegetais ou propágulos de mangue, foi significativamente maior, quando realizada a comparação do peso dos itens alimentares encontrados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes em função da época. Uma variabilidade significativa do peso ingerido foi verificada, limitando o poder das comparações pareadas para todos os itens alimentares. Ainda assim, notou-se um efeito significativo da época do ano ( $F_{3, 69,8} = 3$ ;  $p = 0,017$ ) para o peso total ingerido (Tabela 3), sendo maior no verão em comparação ao inverno ( $\Delta = 276,4\text{g}$ ; IC95% [49,2 – 503,6];  $p = 0,012$ ).

Tabela 3—Comparação do peso (g) dos itens alimentares encontrados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes encalhadas na Baixada Santista em função da época do ano, entre 2021 e 2022.

| Item          | Primavera<br>(n=40) | Verão<br>(n=25)     | Outono<br>(n=42)    | Inverno<br>(n=49)    |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Peixes        | 0,1 (0,0)           | 5,6 (4,4)           | 0,82 (0,6)          | 0,38 (0,3)           |
| Algas         | 175,3 (48,9)        | 282,5 (70,4)        | 152,8 (42,5)        | 107,9 (26,5)         |
| Invertebrados | 0,1 (0,0)           | 5,7 (4,4)           | 0,8 (0,6)           | 0,4 (0,3)            |
| Outros        | 31,9 (16,6)         | 134,3 (55,3)        | 73,6 (19,1)         | 50,6 (13,9)          |
| <b>Total</b>  | <b>212,0 (49,7)</b> | <b>437,6 (75,6)</b> | <b>231,3 (54,9)</b> | <b>161,2 (32,7)*</b> |

Dados reportados por média (erro padrão). \*Diferença significativa do verão (post hoc de Games-Howell,  $p < 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As tartarugas marinhas são animais ectotérmicos, ou seja, dependem principalmente de fontes externas de calor e sua temperatura corporal muda com a temperatura do ambiente, de maneira que em temperaturas mais baixas, possuem a necessidade fisiológica de reduzir o consumo de alimentos, devido à diminuição na eficiência digestiva (BJORNDAL, 1980). Corroborando com esse raciocínio, os resultados demonstraram uma menor ingestão de alimentos durante o inverno, uma vez que as temperaturas diminuem consideravelmente durante essa estação do ano.

Durante o verão, na Baixada Santista, a temperatura média das águas superficiais é de 25 a 27°C e, no fundo, superior a 23°C, enquanto, no inverno, apresenta-se entre 20 e 23°C, sendo mais homogêneas verticalmente do que no verão, além do aporte de águas relativamente mais frias (<18°C) oriundas do sul (CASTROFILHO *et al.*, 2006). A temperatura afeta diretamente na taxa metabólica basal desses animais, refletindo também em variações em seus padrões de atividade (HAZEL; LAWLER; HAMANN, 2009; SOUTHWOOD *et al.*, 2003). Desse modo, a temperatura local também é um fator que possui grande influência no tipo e quantidade de alimentação durante o forrageio de tartarugas marinhas.

Além disso, no verão, estação em que os animais se alimentam em maior riqueza e quantidade, também houve menor porcentagem de encalhe (17%) comparado ao inverno (34,1%), podendo ser um reflexo da qualidade, condição de saúde e resiliência dos animais

nesse período do ano (BALAZS, 1980; BIRNIE-GAUVIN *et al.*, 2017; BJORNDAL, 1980). Assim, diferenças na composição da dieta provavelmente estão relacionadas à disponibilidade local de alimentos (GARNETT; PRICE; SCOTT, 1985), embora algum nível de seletividade também tenha sido demonstrado (BJORNDAL, 1985; BRAND-GARDNER; LANYON; LIMPUS, 1999; FUENTES; LAWLER; GYURIS, 2006; LOPEZ-MENDILAHARSU *et al.*, 2005).

Dos 156 animais resgatados, 111 apresentaram algum tipo de resíduo sólido no todo trato gastrointestinal (71,15%), sendo encontrados no estômago (n=21), intestino (n=65), ou em ambos, estômago e intestino do mesmo indivíduo (n=25). Dentre os resíduos antrópicos encontrados, foram quantificados 1.424 fragmentos, os quais foram diferenciados em 13 categorias principais: borracha; canudo; esponja; isopor; látex; linha de pesca monofilamento; linha de pesca multifilamento; plástico flexível; plástico rígido; plástico semirrígido flexível; pellet polipropileno; tecido; e alumínio (Figura 14). Os fragmentos totalizaram um peso de 1.628,04g.



Figura 14 – Tipos variados de resíduos antrópicos encontrados no trato gastrointestinal de *Chelonia mydas*.

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremer – Guarujá/SP.

A frequência de ocorrência (FO%) e número de fragmentos (n) dos materiais constituintes dos resíduos antrópicos encontrados no TGI das tartarugas-verdes foi reportada na Tabela 4.

Tabela 4 – Frequência de ocorrência (FO%) e número de fragmentos (n) de diferentes tipos de resíduos sólidos antrópicos no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes (n=156) encalhadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022.

| <b>Resíduos Antrópicos</b>    | <b>FO%</b> | <b>n</b> |
|-------------------------------|------------|----------|
| Plástico flexível             | 96,40      | 914      |
| Plástico rígido               | 26,13      | 306      |
| Linha de pesca monofilamento  | 22,52      | 41       |
| Plástico semirrígido          | 12,61      | 25       |
| Látex                         | 11,71      | 23       |
| Linha de pesca multifilamento | 9,91       | 24       |
| Alumínio                      | 8,11       | 8        |
| Tecido                        | 6,31       | 11       |
| Esponja                       | 4,50       | 15       |
| Borracha                      | 2,70       | 3        |
| Pellet                        | 1,80       | 52       |
| Canudo                        | 0,90       | 1        |
| Isopor                        | 0,90       | 1        |

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os plásticos flexível, rígido e semirrígido apresentaram as maiores frequências de ocorrência (96,40%; 26,13%; e 12,61%, respectivamente) e, em menor proporção, foram encontrados os materiais do tipo canudo e isopor (0,90% para ambos). Além do plástico, notou-se uma alta ingestão de linhas de pesca monofilamento (22,52%) e multifilamento (9,91%). Diversos autores relataram alta frequência da ingestão de resíduos sólidos por *C. mydas*, também com predominância de material plástico flexível (AWABDI; SICILIANO; DI BENEDITTO, 2013a; BJORN DAL; BOL TEN; LAGUEUX, 1994; GUEBERT *et al.*, 2011; SOUZA, 2019; TOURINHO; SUL; FILLMANN, 2010), corroborando com os dados deste estudo e reforçando o grande risco desses itens para tais animais.

A ingestão de resíduos antrópicos ocorreu principalmente por indivíduos com tamanhos entre 30,9 cm e 40,9 cm de CCC (Figura 15), tamanho no qual ocorre a mudança de hábito do ambiente oceânico para o ambiente nerítico (30 cm) e, consequentemente, a dieta alimentar também é alterada (GALLO *et al.*, 2006; HIRTH, 1997).

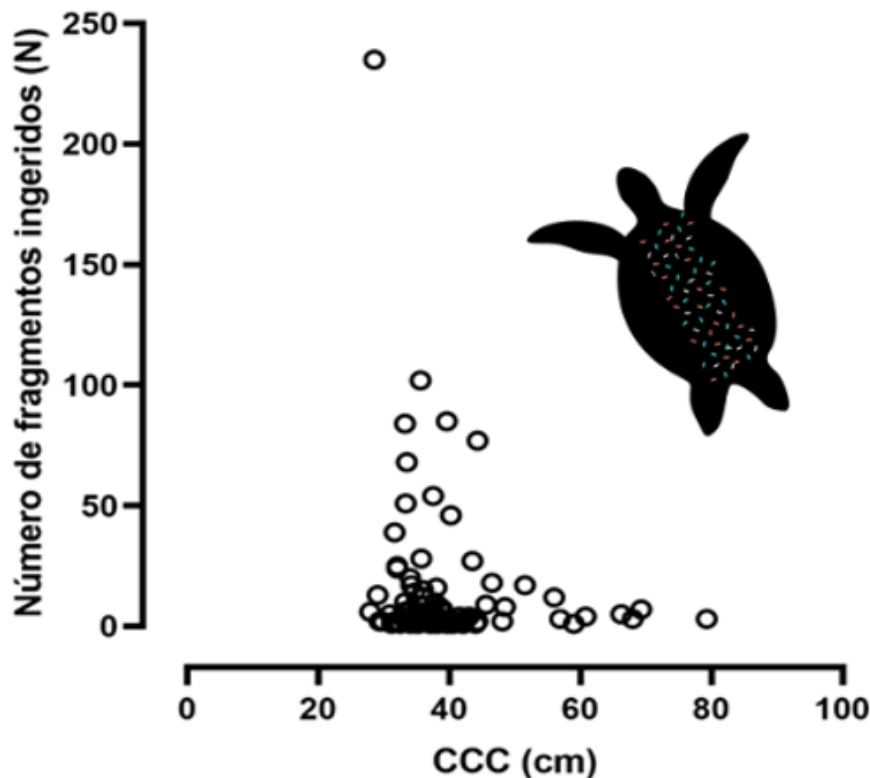


Figura 15 – Relação entre o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) e o número de fragmentos (n) de resíduos antrópicos ingeridos por tartarugas-verdes (n=98) encalhadas na Baixada Santista.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Uma ocorrência que se destacou entre as demais foi de um indivíduo que ingeriu 235 fragmentos, sendo eles: plástico flexível (n= 188); plástico rígido (n=2); pellet (n=42); e linha de pesca monofilamento (n=3). No entanto, é importante ressaltar que mesmo em pequenas quantidades, os materiais antrópicos ingeridos podem resultar em obstrução intestinal, lesões gastrointestinais, efeitos subletais e mortalidade (BJORNDAL; BOLTEN; LAGUEUX, 1994). Segundo uma pesquisa recente, realizada por Eriksen *et al.* (2023), estima-se que haja mais de 170 trilhões de fragmentos plásticos flutuando pelos oceanos do mundo.

As tartarugas-verdes ocorrem constantemente na região de estudo, com tendência a maiores picos durante o verão e inverno, porém a época do ano que mostrou uma associação significativa com a ocorrência de plástico rígido identificado no TGI, independentemente do município de encalhe ( $\chi^2_{(3)}=8,9$ ;  $p=0,028$ ), foi o outono, havendo uma maior ingestão de resíduos antrópicos nessa estação (45,6%) (Tabela 5).

Tabela 5– Frequência de ocorrência (FO%) e número de fragmentos (n) de diferentes tipos de resíduos antrópicos identificados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes em função do município de encalhe e da época do ano (Baixada Santista, 2021-2022).

| Item                          | FO%   | Bertioga |   |     |    | Guarujá |    |    |     | Santos |   |    |    | São Vicente |    |    |    |
|-------------------------------|-------|----------|---|-----|----|---------|----|----|-----|--------|---|----|----|-------------|----|----|----|
|                               |       | P        | V | O   | I  | P       | V  | O  | I   | P      | V | O  | I  | P           | V  | O  | I  |
| Plástico flexível             | 96,40 | 13       | 6 | 247 | 43 | 21      | 95 | 55 | 104 | 76     | 3 | 93 | 39 | 19          | 56 | 22 | 22 |
| Plástico rígido*              | 26,13 | 3        | 0 | 91  | 1  | 16      | 0  | 19 | 66  | 69     | 0 | 7  | 18 | 1           | 0  | 0  | 0  |
| Linha de pesca monofilamento  | 22,52 | 3        | 0 | 4   | 7  | 1       | 2  | 2  | 5   | 2      | 0 | 1  | 3  | 1           | 9  | 0  | 1  |
| Plástico semirrígido          | 12,61 | 5        | 0 | 3   | 1  | 7       | 0  | 1  | 1   | 4      | 1 | 0  | 2  | 0           | 0  | 0  | 0  |
| Látex                         | 11,71 | 0        | 0 | 6   | 2  | 0       | 0  | 2  | 1   | 5      | 0 | 3  | 2  | 0           | 0  | 1  | 1  |
| Linha de pesca multifilamento | 9,91  | 0        | 0 | 1   | 0  | 0       | 1  | 0  | 5   | 3      | 0 | 4  | 3  | 0           | 6  | 0  | 1  |
| Alumínio                      | 8,11  | 0        | 0 | 0   | 0  | 0       | 1  | 1  | 2   | 0      | 0 | 0  | 1  | 1           | 2  | 0  | 0  |
| Tecido                        | 6,31  | 1        | 0 | 6   | 0  | 1       | 0  | 0  | 0   | 0      | 0 | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 1  |
| Esponja                       | 4,50  | 0        | 0 | 9   | 0  | 0       | 0  | 0  | 1   | 0      | 0 | 0  | 4  | 1           | 0  | 0  | 0  |
| Borracha                      | 2,70  | 1        | 0 | 0   | 0  | 0       | 0  | 0  | 1   | 0      | 0 | 0  | 0  | 0           | 0  | 1  | 0  |
| Pellet                        | 1,80  | 0        | 0 | 52  | 0  | 0       | 0  | 0  | 0   | 0      | 0 | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  |
| Canudo                        | 0,90  | 0        | 0 | 0   | 0  | 1       | 0  | 0  | 0   | 0      | 0 | 0  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  |
| Isopor                        | 0,90  | 0        | 0 | 0   | 0  | 0       | 0  | 0  | 0   | 0      | 0 | 1  | 0  | 0           | 0  | 0  | 0  |

Dados apresentados como FO% e número de fragmentos (n). \*Associação significativa com a época do ano ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O lixo marinho pode permanecer no estômago e intestino dos animais por meses, podendo persistir ao longo de várias fases da vida (LUTZ, 1990). No entanto, uma parte desses resíduos é proveniente de fontes costeiras, que aumentam no período de verão, devido ao período de férias e maior frequência humana nas praias, aumento das atividades náuticas, além das atividades portuárias, assim como observado na costa sul do Brasil, de acordo com Wetzel, Fillmann e Niencheski (2004). Mascarenhas *et al.* (2004) e Awabdi, Siciliano e Di Benedetto (2013b) relataram em seus estudos um elevado índice de ingestão de resíduos sólidos em tartarugas marinhas, justamente devido à sobreposição de áreas de alimentação com centros urbanos. Sendo assim, podemos considerar que os animais analisados neste estudo podem apresentar complicações crônicas decorrentes da ingestão de resíduos durante o verão e, como reflexo, também na estação seguinte (outono), na qual houve maior incidência de indivíduos com a presença de resíduos antrópicos em seus tratos digestivos, que podem ser ingeridos na mesma região ou em outros locais costeiros.

A ingestão de resíduos sólidos por tartarugas marinhas ocorre mundialmente (SCHUYLER *et al.*, 2014a), embora não existam estudos relatando a ingestão de detritos em todos os países onde o conteúdo gastrointestinal foi examinado. Pesquisa de levantamento bibliográfico realizada por Balazs (1985) relataram a ingestão de detritos por tartarugas em 19 locais em todo o mundo, incluindo todos os continentes, exceto a Antártida, onde esses animais não ocorrem. Mesmo que esse tema represente uma problemática global, nenhum estudo observou, até o momento, a relação entre as altas proporções de ingestão de detritos em tartarugas marinhas, com a região de encalhe dos animais e suas características, principalmente relacionadas à concentração de resíduos antropogênicos nesses locais, considerando ainda os fatores necessários, como as influências das correntes oceânicas. No presente estudo, a análise da relação entre o município de encalhe e a quantidade de lixo ingerida pelas tartarugas marinhas não apresentou resultados significantes. Considerando que a espécie migra longas distâncias e estão altamente propensas a encontrar detritos oceânicos e/ou costeiros em algum estágio de vida e que esses materiais não se decompõem tão rapidamente quanto os alimentos (SHEAVLY; REGISTER, 2007), essa correlação seria de pouca relevância, uma vez que os indivíduos podem encontrar e ingerir tais resíduos longe de onde encalharam (SCHUYLER *et al.*, 2014a).

O lixo marinho é constituído principalmente por plástico, que, por sua vez, pode ocorrer em diversos formatos, tamanhos e cores. No presente trabalho, foi possível identificar 13 cores diferentes, considerando todos os tipos de resíduos classificados. Assim, a análise referente às cores dos resíduos antrópicos ingeridos foi realizada, de acordo com a



disponibilidade no ambiente e, como resultado, verificou-se que a mais prevalente foi a cor transparente (24,7%), seguida da cor branca (23,4%), azul (12,7%) e preta (10,8%), apresentando frequências maiores que as esperadas (Figura 16).

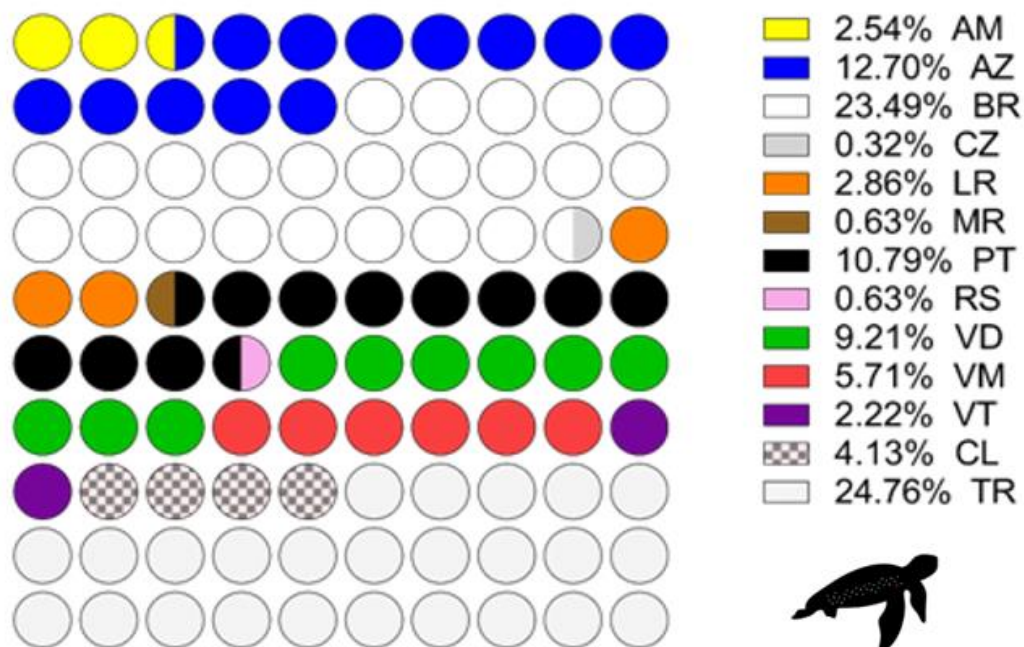


Figura 16 – Frequência relativa das cores de resíduos antrópicos ingeridos por tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) encalhadas em praias da Baixada Santista, 2021-2022.

Obtida por análise de múltiplas respostas.  $\chi^2_{(12)}=336,4$ ;  $p<0,001$ . Amarelo (AM), azul (AZ), branco (BR), acinzentado (CZ), laranja (LR), marrom (MR), preto (PT), rosa (RS), verde (VD), vermelho (VM), violeta (VT), colorido (CL), transparente (TR).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As cores transparente e branca são as mais ingeridas por tartarugas marinhas, segundo o estudo de Fukuoka *et al.* (2016), porém a relação entre as características dos fragmentos ingeridos e os que estão ambientalmente disponíveis ainda é pouco compreendida. As tartarugas possuem um sistema visual bem desenvolvido, com pelo menos três fotopigmentos diferentes, indicando a capacidade de distinguir cores diferentes (FRITSCHES *et al.*, 2013), de forma que o contraste e a luminosidade também podem interferir na percepção do item antropogênico por esse animal.

O sistema visual dos quelônios marinhos é semelhante ao das tartarugas de água doce, no entanto, os pigmentos visuais das tartarugas marinhas são ligeiramente direcionados para os comprimentos de onda mais curtos, devido às diferenças nas características espectrais das águas onde residem (LYTHGOE, 1979), uma vez que esses animais habitam águas mais claras quando comparadas às tartarugas de água doce, que necessitam de uma transmissão

máxima de luz para comprimentos de onda mais longos. Ainda, evidências recentes indicam que as tartarugas-verdes são susceptíveis a ter um quarto fotopigmento sensível ao ultravioleta (UVS) (MÄTHGER; LITHERLAND; FRITSCHES, 2007).

No trabalho realizado por Schuyler *et al.* (2014b), onde foi criado um modelo de espaço cromático do sistema visual das tartarugas-verdes e tartarugas-de-pente, a fim de investigar se elas selecionam determinados tipos de resíduos sólidos e quais características, foi comprovado que essas espécies selecionam os resíduos com base em uma variedade de propriedades físicas, diferenciando fortemente os itens de acordo com a sua luminosidade e translucidez. O autor afirma ainda que as tartarugas tendem a ingerir resíduos sólidos de alta flexibilidade. Essas foram justamente as características encontradas nos resultados deste estudo, em que os resíduos antrópicos mais frequentemente ingeridos foram das cores transparente e branca (Figura 17). Tais colorações são possíveis de serem associadas a itens não brilhantes, translúcidos e flexíveis, como sacolas plásticas, possuindo ainda características-chave de uma das presas naturais da espécie, a água-viva, o que comprova que as tartarugas-verdes são seletivas no que comem, assim como observado nos resultados estatísticos de Schuyler *et al.* (2014a).



Figura 17 – Plástico do tipo flexível, semirrígido e rígido de cor transparente e branco.  
Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Entretanto, Schuyler *et al.* (2014b) afirma que as tartarugas marinhas tendem a não ingerir detritos que são reflexivos nos comprimentos de onda curtos, ou seja, os itens de cor azul. Apesar disso, neste estudo observou-se que essa cor foi a terceira mais consumida pelos espécimes analisados (Figura 18). Uma das hipóteses pode ser pelo fato de que algumas praias da Baixada Santista possuem características de praias de bolso, além de serem próximas aos estuários, com características de substrato lamoso que, devido à quantidade de matéria

orgânica e sedimentos, podem apresentar águas mais turvas, impedindo a boa visibilidade dos animais, os quais possuem visão que responde aos comprimentos de ondas mais curtos.



Figura 18 – Plástico do tipo semirrígido e flexível de cor azul.

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Além disso, alguns autores consideram que as tartarugas-verdes podem ser menos seletivas, alimentando-se de uma variedade grande de itens e apresentando comportamento alimentar mais generalista, incluindo os resíduos sólidos (DI BENEDITTO; RAMOS, 2014). Ainda que esses animais estejam se alimentando em áreas urbanizadas, outra hipótese é a ingestão passiva dos resíduos, devido ao seu acúmulo nas áreas de alimentação (DI BENEDITTO; RAMOS, 2014), assim como observado nas pesquisas realizadas por Reis *et al.* (2010) e Di Benedetto, Madeira e Awabdi (2014) que, ao realizarem a avaliação do conteúdo gastrointestinal em *C. mydas*, identificaram resíduos sólidos enrolados em macroalgas, levantando a hipótese da ingestão accidental. Segundo essas pesquisas, esses detritos encontrados nos estômagos de *C. mydas* podem ter sido ingeridos durante a atividade de alimentação local, pois através de um estudo anterior relacionado a dieta, concluiu que as espécimes de *C. mydas* juvenis haviam forrageado nesta área antes de morrer (Awabdi *et al.*, 2013a), e através do levantamento realizado por Oigman-Pszczol e Creed (2007), foi registrado a presença de material plástico e petrechos de pesca submersos na região, onde estão localizados justamente os bancos de macroalgas.

Desde 1950, a produção global de plásticos aumentou cerca de 9% ao ano e estima-se que, por ano, mais de 8 milhões de toneladas de plástico cheguem aos oceanos, sendo o Brasil o 16º no *ranking* dos países mais poluidores de oceanos, despejando anualmente cerca de 70 a 190 mil toneladas de lixo no mar (JAMBECK *et al.*, 2015). A produção segue um crescente, devido à demanda e ao consumo de plástico que aumentam, associada às políticas públicas e

práticas de gestão de resíduos ineficientes (ANDRADY, 2011; THOMPSON *et al.*, 2009). Como resultado, a quantidade de plástico aumentou significativamente nas últimas três décadas (BARNES, 2005; DERRAIK, 2002), sendo um problema global que afeta negativamente os seres humanos, a vida selvagem e todos os habitats, acumulando-se preferencialmente em estuários, ao longo da costa e no fundo do mar, além de flutuar na coluna de água (DERRAIK, 2002; SPLENGER; COSTA, 2008; STEFATOS *et al.*, 1999; SUTHERLAND *et al.*, 2010). Assim, pode-se considerar que a contaminação por plásticos atinge todos os tipos de habitats marinhos, desde as zonas sedimentares até as pelágicas (BARNES *et al.*, 2009; THOMPSON *et al.*, 2004).

Além da poluição por plástico e outros detritos, o período do estudo coincidiu com o período da pandemia de COVID-19, uma doença causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), que agravou ainda mais o cenário da poluição plástica global, devido ao uso obrigatório de equipamentos de proteção individual (EPI), luvas e máscaras faciais (CANNING-CLODE *et al.*, 2020). Assim, um dos itens encontrados em um indivíduo (Figura 19), que mostrou a realidade durante o período do estudo, foi uma luva plástica descartável de HDPE (polietileno de alta densidade) (Figura 19), transparente e flexível, amplamente utilizada durante a pandemia de COVID-19, cujo uso foi obrigatório em estabelecimentos alimentícios, segundo os protocolos sanitários da região. Além da luva, foram quantificados outros resíduos antrópicos, entre plásticos flexíveis (n=76) brancos (n= 69) e pretos (n=7), e alumínio branco (n=1) (Figura 19).



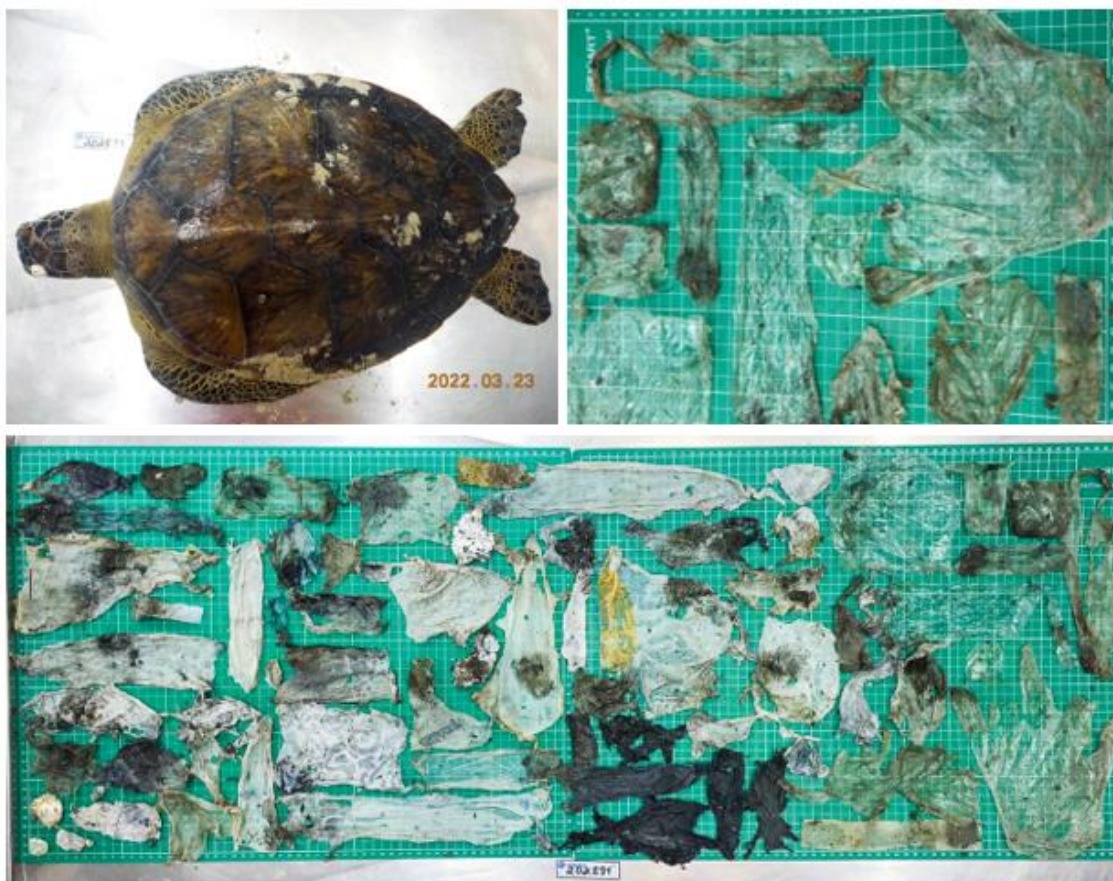


Figura 19 – *Chelonia mydas* encontrada com luva plástica descartável HDPE (polietileno de alta densidade) e outros resíduos sólidos, do tipo plástico flexível e alumínio.  
Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

No exame de necropsia, o animal apresentava lesões no trato gastrointestinal, como gastrite moderada e, devido à grande quantidade de resíduos plásticos encontrados, foi um dos animais deste trabalho a qual sua *causa mortis* foi determinada como antropogênica. As deficiências na implementação e cumprimento dos regulamentos e normas internacionais, nacionais e regionais existentes, as quais poderiam melhorar a situação, combinadas com a falta de conscientização dos principais interessados e do público em geral, são as principais razões pelas quais o problema do lixo marinho não apenas permanece, mas aumenta a nível mundial. Vale salientar ainda que este foi o primeiro caso registrado da ingestão de luva descartável por animais marinhos.

A avaliação de saúde de quelônios marinhos, assim como de outros animais, é realizada por meio de um conjunto de ferramentas (FLINT *et al.*, 2019), como exames físicos, radiografias, exames hematológicos, laboratoriais, entre outros (SALVARANI; VON OSTEN; MORGADO, 2018), além da avaliação comportamental ideal para a espécie. Neste estudo, foram identificados dados que representam a saúde dos animais analisados, mediante a

suspeita clínica durante a semiologia na admissão do animal e a *causa mortis*, determinada durante o exame necroscópico (Tabela 6).

As tartarugas-verdes com condição corpórea ruim (Figura 20), consideradas “caquéticas” e “magras”, representaram 52,6% dos casos, e os animais com condição corpórea boa (Figura 20), classificada como “boa” e “ótima”, foram 47,4% dos espécimes regatados. A presença de fibropapiloma ocorreu em 10,9% dos animais e a presença de epibiontes ocorreu em 57,8% dos animais. Ambas as condições ocorrem comumente em animais debilitados e com imunodeficiências.

A *causa mortis* determinada em 57 tartarugas-verdes (cód. 2 e 3) apontaram a asfixia hídrica (43,9%) e o parasitismo (28,1%) como as principais causas dos óbitos. Nesses animais foram observadas lesões gastrointestinais, que contribuíram com a *causa mortis*, como a gastroenterocolite combinada à obstrução por fecaloma em 26,35% dos indivíduos e a gastroenterocolite isolada em 12,3% dos casos. A suspeita clínica foi determinada na admissão dos 18 animais atendidos vivos e que vieram a óbito em torno das primeiras 72h de tratamento, entre elas a asfixia hídrica em 44,4%, seguida por exaustão, em 33,3% dos casos.

Embora seja comumente aceito que altas cargas de epibiontes em tartarugas marinhas sejam indicativas de problemas de saúde (DEEM *et al.*, 2009), o trabalho realizado por Flint *et al.* (2010) foi a primeira evidência publicada a confirmar que o número de cracas é um indicador de saúde em tartarugas-verdes, no qual determinou que indivíduos juvenis com carga maior que 20 unidades de *Chelonibia testudinaria* no plastrão eram três vezes mais propensos a terem más condições de saúde comparados a tartarugas com menos de cinco cracas.

Tabela 6 – Condição corpórea, suspeita clínica, exame anatomopatológico, lesões gastrointestinais, presença de epibionte e fibropapiloma em tartarugas-verdes encalhadas em praias da Baixada Santista, entre 2021 e 2022.

| <b>Variável</b>                       | <b>Frequência absoluta n e relativa (%)</b> |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Condição corpórea (n=57)</b>       |                                             |
| Caquética                             | 15 (26,3)                                   |
| Magra                                 | 15 (26,3)                                   |
| Boa                                   | 25 (43,9)                                   |
| Ótima                                 | 2 (3,5)                                     |
| <b>Suspeita clínica (n=18)</b>        |                                             |
| Asfixia hídrica                       | 8 (44,4)                                    |
| Exaustão                              | 6 (33,4)                                    |
| Trauma                                | 3 (16,6)                                    |
| Fibropapilomatose                     | 1 (5,6)                                     |
| <b>Exame anatomopatológico (n=57)</b> |                                             |
| Antropogênica (embarcação)            | 6 (10,5)                                    |
| Antropogênica (resíduo sólido)        | 2 (3,5)                                     |
| Deficiência nutricional               | 3 (5,3)                                     |
| Asfixia hídrica                       | 25 (43,9)                                   |
| Parasitismo                           | 16 (28,1)                                   |
| Infecção bacteriana                   | 1 (1,8)                                     |
| Metabólica                            | 2 (3,5)                                     |
| Indeterminado                         | 2 (3,5)                                     |
| <b>Lesão gastrointestinal (n=57)</b>  |                                             |
| Não                                   | 17 (29,8)                                   |
| Cistos parasitários                   | 5 (8,8)                                     |
| Congestão                             | 3 (5,2)                                     |
| Esofagite                             | 1 (1,75)                                    |
| Esofagite e gastrocolite              | 1 (1,75)                                    |
| Fecaloma                              | 1 (1,75)                                    |
| Gastrite                              | 3 (5,3)                                     |
| Gastrite e congestão                  | 1 (1,75)                                    |
| Gastroenterite                        | 1 (1,75)                                    |
| Gastroenterocolite                    | 7 (12,3)                                    |
| Gastroenterocolite e fecaloma         | 15 (26,35)                                  |
| Úlceras                               | 2 (3,5)                                     |
| <b>Fibropapiloma (n=156)</b>          |                                             |
| Sim                                   | 17 (10,9)                                   |
| Não                                   | 139 (89,1)                                  |
| <b>Epibionte (n=156)</b>              |                                             |
| Não                                   | 66 (42,2)                                   |
| Discreto                              | 72 (46,2)                                   |
| Moderado                              | 14 (9,0)                                    |
| Severo                                | 4 (2,6)                                     |

Dados reportados por frequência absoluta (n) e relativa (%).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).



Figura 20 – Animal com condição corpórea ruim (à esquerda) e condição corpórea boa (à direita).

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

A carga excessiva desses organismos é provavelmente um efeito da incapacidade da tartaruga de acessar estações de limpeza para controlar sua carga de ectoparasitas (LOSEY; BALAZS; PRIVITERA, 1994). Neste trabalho, foi verificada a presença de epibiontes em 90 *C. mydas*, nas quais a maioria (57,8%,  $n=72$ ) apresentou-se com nível discreto (menos de cinco epibiontes), seguido de animais com carga moderada ( $n=14$ ) e apenas quatro indivíduos em grau severo (mais de 15 epibiontes). Adicionalmente, apenas 17 indivíduos foram diagnosticados com fibropapilomatose, uma doença indicadora inequívoca da saúde das tartarugas marinhas (AGUIRRE; LUTZ, 2004).

Foram identificadas lesões no trato gastrointestinal durante o exame anatomopatológico, sendo caracterizadas como: cistos parasitários; congestão; esofagite; esofagite e gastrocolite; fecaloma; gastrite; gastrite e congestão; gastroenterite; gastroenterocolite; gastroenterocolite e fecaloma; e úlceras. Das 57 tartarugas-verdes necropsiadas, 40 apresentaram algum tipo de lesão, de maneira que o fecaloma associado com gastroenterocolite representou 26,35% dos casos. Essas lesões no TGI não estavam associadas ao peso (g) de nenhum tipo de alimento ou aos resíduos sólidos encontrados ( $-0,219 < r_{pb} < 0,189$ ;  $p > 0,05$ ). Entretanto, foram observadas evidências de uma associação fraca entre lesão no TGI com a quantidade de plástico semirrígido ( $r_{pb} = 0,170$ ;  $p = 0,034$ ), plástico flexível ( $r_{pb} = 0,181$ ;  $p = 0,024$ ) e látex ( $r_{pb} = 0,168$ ;  $p = 0,036$ ). Sabe-se que a formação de fecalomas em tartarugas marinhas é favorecida pela ingestão de resíduos sólidos, mesmo que em pouca quantidade, levando à obstrução do trato gastrointestinal e consequente anorexia e desidratação, até à morte (BJORNDAL, 1996). Esses fatores também promovem outros efeitos subletais, como a ausência de peristaltismo, resultando em ineficiência digestiva e nutricional, acúmulo de gases com flutuação positiva, úlcera e necrose da mucosa do TGI,



além do comprometimento do sistema imunológico.

Analisando os animais de forma individual, foi possível verificar os efeitos letais e subletais causados pela ingestão dos resíduos sólidos, seja em pequena ou em grande quantidade. O indivíduo que apresentou maior quantidade de fragmentos em todo o trato gastrointestinal (n=235) tinha também lesões severas no esôfago, estômago e intestino (esofagogastroenterocolite), além da presença de fecaloma. Assim, o diagnóstico final para esse espécime em específico foi de causa de morte antropogênica, sendo a ingestão de resíduo sólido a responsável direta pelo seu óbito (Figura 21).



Figura 21– Indivíduo com lesão no estômago, fecalomas por todo o tratogastrointestinal e resíduos sólidos encontrados no estomago e intestino.

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Outro indivíduo resgatado, que obteve como diagnóstico final à deficiência nutricional, apresentava uma menor quantidade de resíduos sólidos no TGI (n=36), mas também foram verificadas lesões no estômago e intestino (gastroenterocolite), associadas à presença de fecaloma. Isso reafirma os efeitos subletais que a ingestão de resíduos sólidos pode ocasionar, sendo um deles o déficit na absorção de nutrientes, o que resultou na morte do animal em estudo. Nesse caso, a presença de resíduo sólido é considerada como um fator secundário, contributivo, mesmo sendo um dos motivos principais que desencadearam o óbito do animal.

Adicionalmente, outro indivíduo com um elevado número de fragmentos antrópicos em seu TGI (n=102), apesar de ser constatado com gastroenterocolite associada ao fecaloma, obteve o diagnóstico final de causa de morte a asfixia hídrica. Assim, foi possível evidenciar como diferentes fatores tornam esses quelônios marinhos mais vulneráveis a outros impactos negativos, como emalhe em redes de pesca (resultando em afogamento), abalroamentos por embarcações e comorbidades (GUEBERT, 2004; LAIST, 1987), os quais podem influenciar no diagnóstico final da causa de morte dos animais. A quantidade de resíduos antropogênicos encontrados no sistema digestório de um animal é geralmente pequena, em termos de número de itens e peso (SCHUYLER *et al.*, 2012), fazendo com que, muitas vezes, seja ainda mais difícil comprovar a causa da morte direta pela ingestão de resíduos sólidos (CARMAN *et al.*, 2014).

Por meio da condição corpórea das tartarugas-verdes cód. 2 e 3 e da dieta analisada, foi avaliado o risco nutricional dos indivíduos. O peso dos itens encontrados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes não apresentou diferença significativa em função do risco nutricional, exceto para o total ingerido que foi maior para o grupo com risco nutricional normal (Tabela 7). Este resultado é esperado, uma vez que os indivíduos com risco nutricional normal são os animais considerados com condição corpórea “boa” e “ótima”, enquanto os animais com risco nutricional aumentado são os com condição corpórea classificada como “caquéticas” e “magras”. Em contrapartida, o tamanho do efeito foi elevado para todos os itens, reforçando a magnitude das diferenças no peso dos itens alimentares entre os riscos nutricionais normais e aumentado. Além disso, o risco nutricional não apresentou associação estatisticamente significativa com a *causa mortis* ( $\chi^2=6,6$ ;  $p=0,296$ ).

Tabela 7 – Comparação do peso (g) dos itens alimentares encontrados no conteúdo gastrointestinal de tartarugas-verdes em função do risco nutricional. Baixada Santista, 2021-2022.

| Item                | Risco nutricional aumentado | Risco nutricional normal | <i>d</i>     |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------|
| Peixes              | 0,01 (0,0)                  | 5,2 (4,5)                | 16,2         |
| Algas               | 87,4 (23,0)                 | 148,1 (50,0)             | 201,7        |
| Invetebrados        | 4,8 (2,2)                   | 17,0 (8,8)               | 32,7         |
| Resíduos Antrópicos | 13,9 (6,3)                  | 8,2 (5,6)                | 29,9         |
| Outros itens        | 49,9 (22,5)                 | 89,4 (23,0)              | 123,4        |
| <b>Total</b>        | <b>156,0 (28,9)*</b>        | <b>267,8 (59,9)</b>      | <b>249,5</b> |

Dados apresentados como média (erro padrão).*d*, tamanho do efeito de Cohen. \*Diferença significativa para o risco nutricional normal ( $p<0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Um dos efeitos observados foi a maior ingestão de peixes nos animais com risco nutricional normal, quando comparado aos animais com risco nutricional aumentado. Alguns autores, como Araújo *et al.* (2009), Lemons *et al.* (2011) e Carman *et al.* (2014), relataram em seus trabalhos realizados em Santa Catarina (Brasil), San Diego Bay (Califórnia) e Rio de La Plata (Uruguai) respectivamente, a dieta de tartarugas-verdes sendo predominantemente composta por proteínas de origem animal, como peixes, crustáceos, cefalópodes e moluscos. Uma hipótese que poderia motivar as tartarugas a uma dieta mais carnívora e proteica durante a fase juvenil seria a necessidade de vitaminas, minerais e aminoácidos essenciais, não disponíveis na dieta majoritariamente herbívora (BJORNDAL, 1985). Além disso, outra hipótese seria considerar o hábito oportunista desses animais, relacionado à disponibilidade e à facilidade de acesso aos recursos alimentares, uma vez que na região da Baixada Santista há uma grande abundância e diversidade de peixes (SÃO PAULO, 2019). Portanto, os animais que ingeriram peixes em sua dieta apresentam risco nutricional normal, ou seja, condição corpórea entre “boa” e “ótima”, trazendo benefícios e indicando uma melhor condição de saúde dos animais.

Outro efeito relevante observado é referente à ingestão de resíduos sólidos e seu estado nutricional. Devido a esse resultado, foi avaliada a condição corpórea desses animais, com e sem a presença de resíduos sólidos, de acordo com o seu estado nutricional, seguindo os mesmos critérios da análise anterior. Assim, verificou-se uma maior probabilidade de alto risco nutricional entre as tartarugas-verdes que ingeriram mais resíduos antrópicos ( $RP=1,78$ ;  $IC95\%=[0,98; 2,6]$ ;  $\chi^2_{(1)}=3,2$ ;  $p=0,072$ ) (Figura 22).

As tartarugas-verdes que consumiram resíduos sólidos apresentaram cerca de três vezes mais chances de apresentar alto risco nutricional, ou seja, condições corpóreas ruins, quando comparadas àquelas com risco normal (com condição corpórea boa). Geralmente, as tartarugas que apresentam detritos em seu TGI possuem maior dificuldade em forragear, devido à alteração de fluabilidade, permanecendo por mais tempo na superfície e, consequentemente, com tendência a alimentarem-se do que esteja disponível na lâmina de água. Os detritos, principalmente o plástico, são uma opção em grande escala nesses locais, em especial próximos às zonas costeiras. Dessa forma, aqueles animais que já encontram-se debilitados ficam susceptíveis a ingerir ainda mais resíduos antropogênicos (SOUZA, 2019).

Este resultado reafirma o que muitos autores já relataram sobre a ingestão de itens não nutricionais, de maneira que, além da lentidão na passagem dos itens por todo o trato digestório e compactação intestinal, podem ocasionar uma deficiência digestória e uma falsa sensação de saciedade, resultando na perda de peso corporal e, consequentemente, em graves

problemas para a saúde do animal, como anemia e redução da função imunológica (BJORNDAL; BOLTEN; LAGUEUX, 1994; CARR, 1987; GUEBERT, 2004; LUTZ, 1990; WITZELL; TEAS, 1994).

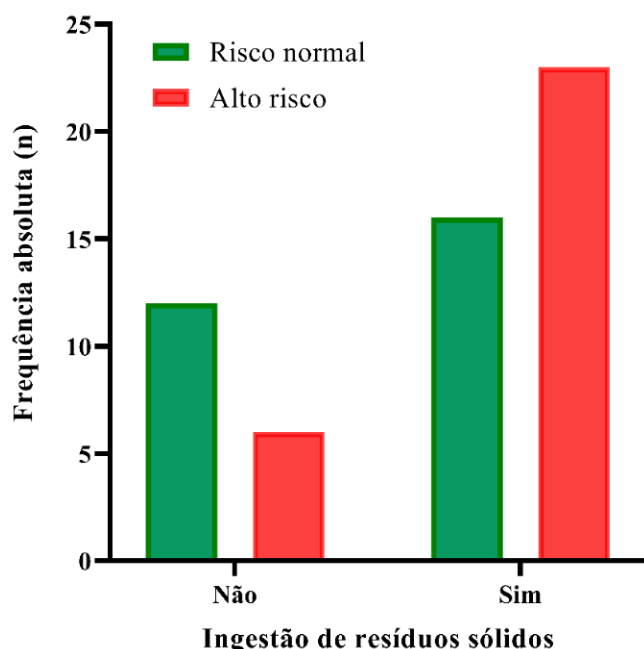


Figura 22– Análise da associação entre risco nutricional e ingestão de resíduos antrópicos em tartarugas-verdes cód. 2 e 3 (n=57) resgatadas na Baixada Santista, 2021-2022 ( $\chi^2_{(1)}=3,2$ ;  $p=0,072$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

De acordo com Thomson *et al.* (2009), a avaliação da condição corporal fornece dados valiosos sobre ecologia e biologia da conservação, além de impactar nas decisões comportamentais e nos processos fisiológicos que influenciam direta ou indiretamente no condicionamento físico. Por sua vez, alterações na condição corporal, resultante de mudanças na composição bioquímica do tecido e na mobilização de reservas de energia, podem estar relacionadas ao estado de saúde ou exposição a estressores (BARTON; MORGAN; VIJAYAN, 2002), sendo essas mudanças muito relevantes para tomadas de decisão em Centros de Reabilitação, por exemplo, tornando-se parâmetros decisivos para a soltura dos espécimes (ANDERSON *et al.*, 2011; FLINT *et al.*, 2010; FONG *et al.*, 2010; LABRADA-MARTAGON *et al.*, 2010; LEWBART *et al.*, 2014; OSBORNE *et al.*, 2010). Além disso, a qualidade nutricional, a disponibilidade de alimento e a condição do habitat, também podem influenciar nos parâmetros clínicos (por exemplo; glicose; lipídios; proteínas; entre outros) e na condição corpórea (LABRADA-MARTAGON *et al.*, 2010).

A *causa mortis* não apresentou associação significativa com o risco nutricional, porém apresentou associação significativa com a ingestão de linha de pesca monofilamento ( $\chi^2=11,6$ ;  $p=0,034$ ) e multifilamento ( $\chi^2=11,7$ ;  $p=0,046$ ) (Figura 23), bem como de plástico rígido ( $\chi^2=13,3$ ;  $p=0,017$ ) (Figura 23) (Tabela 8). Devido ao baixo número, não foram consideradas as causas de óbito indeterminadas, que foram listadas na Tabela 6.



Figura 23 – Linha de pesca monofilamento e multifilamento (à esquerda) e resíduos plásticos rígidos (à direita) encontrados durante a triagem de conteúdos do TGI de um indivíduo.

Fonte: Banco de imagens disponibilizado pelo Instituto Gremar – Guarujá/SP.

Pode-se considerar os casos de asfixia hídrica como grandes contribuintes para essa análise, pois representaram 45,45% das *causa mortis*, relacionados à interação com resíduos sólidos. Nesse sentido, vale reforçar que, independentemente da quantidade, os resíduos sólidos podem causar graves lesões e debilidades. Considerando os resíduos do tipo rígido, ou seja, duros que, na maioria das vezes, contam com porções pontiagudas, nota-se que apresentam uma maior influência em relação com o estado de saúde do animal. Nas tartarugas marinhas, a ingestão de resíduos sólidos pode resultar em morte por perfuração ou impactação do sistema gastrointestinal, mas também podem ter efeitos subletais no desenvolvimento e na dinâmica populacional (OEHLMANN *et al.*, 2009), podendo ser potenciais desreguladores endócrinos (KRISHNAN *et al.*, 1993). Os efeitos subletais relacionados à ingestão de detritos são difíceis de diagnosticar e tratar clinicamente e, provavelmente, são mais frequentes do que os próprios efeitos letais (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1990). A exposição prolongada a estressores, tal como os poluentes, pode levar a respostas de estresse crônico indicativas de bem-estar, incluindo redução da função imunológica, resistência a doenças, impactos no crescimento, reprodução e, eventualmente, óbitos (EFSA, 2016).

Tabela 8 – Frequências absoluta (n) e relativa (%) de ingestão de resíduos antrópicos em função da *causa mortis* de tartarugas-verdes (n=55) analisadas na região da Baixada Santista em 2021 e 2022.

| Item                           | Antropogênica<br>(embarcação)<br>(n= 6) | Antropogênica<br>(resíduo sólido)<br>(n= 2) | Deficiência nutricional<br>(n= 3) | Asfixia hídrica<br>(n= 25) | Parasitismo<br>(n= 16) | Infecção bacteriana<br>(n= 1) | Metabólica<br>(n= 2) |
|--------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Borracha                       | 0 (0)                                   | 0 (0)                                       | 1 (1,8)                           | 0 (0)                      | 0 (0)                  | 0 (0)                         | 0 (0)                |
| Esponja                        | 1 (1,8)                                 | 1 (1,8)                                     | 0 (0)                             | 1 (1,8)                    | 0 (0)                  | 0 (0)                         | 0 (0)                |
| Látex                          | 0 (0)                                   | 1 (1,8)                                     | 0 (0)                             | 2 (3,6)                    | 0 (0)                  | 0 (0)                         | 0 (0)                |
| Linha de pesca monofilamento*  | 1 (1,8)                                 | 2 (3,6)                                     | 1 (1,8)                           | 2 (3,6)                    | 2 (3,6)                | 0 (0)                         | 1 (1,8)              |
| Linha de pesca multifilamento* | 0 (0)                                   | 1 (1,8)                                     | 1 (1,8)                           | 0 (0)                      | 1 (1,8)                | 0 (0)                         | 0 (0)                |
| Plástico flexível maleável     | 4 (7,3)                                 | 2 (3,6)                                     | 2 (3,6)                           | 15 (27,3)                  | 7 (12,7)               | 1 (1,8)                       | 1 (1,8)              |
| Plástico rígido duro*          | 0 (0)                                   | 2 (3,6)                                     | 2 (3,6)                           | 4 (7,3)                    | 1 (1,8)                | 0 (0)                         | 0 (0)                |
| Plástico semirrígido           | 0 (0)                                   | 0 (0)                                       | 0 (0)                             | 1 (1,8)                    | 0 (0)                  | 0 (0)                         | 2 (3,6)              |
| Polipropileno pellet           | 0 (0)                                   | 1 (1,8)                                     | 0 (0)                             | 1 (1,8)                    | 0 (0)                  | 0 (0)                         | 2 (3,6)              |
| Tecido                         | 0 (0)                                   | 1 (1,8)                                     | 0 (0)                             | 2 (3,6)                    | 2 (3,6)                | 0 (0)                         | 0 (0)                |
| Alumínio                       | 0 (0)                                   | 0 (0)                                       | 0 (0)                             | 1 (1,8)                    | 1 (1,8)                | 0 (0)                         | 2 (3,6)              |

Dados reportados por frequência absoluta (n) e relativa (%). \*Resíduo antrópico com associação significativa com a *causa mortis* ( $p<0,05$ ).

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ademais, a ingestão de linhas de pesca por tartarugas marinhas de vida livre, sejam elas longas, médias ou curtas, do tipo monofilamento ou multifilamento, é frequente e causa lesões, com predominância de lesões microscópicas, caracterizadas por congestão, hemorragia das vilosidades e, em casos mais graves, pode ocasionar o desenvolvimento de plissamento intestinal, torção, intussuscepção e fecalomas em diferentes porções do trato gastrointestinal (DI BELLO *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2022). Recentemente, Lima *et al.* (2022) demonstraram que as lesões causadas por linhas de pesca prejudicam a qualidade de vida e podem resultar na morte de tartarugas marinhas, assim como observado neste trabalho.

O lixo marinho também pode ser produzido pela atividade pesqueira, como peças de redes, anzóis e petrechos, além de atividades turísticas na praia (BUGONI; KRAUSE; PETRY, 2001; GALL; THOMPSON, 2015). Estudos realizados com comunidades pesqueiras ressaltam que a conservação das tartarugas marinhas requer o conhecimento das práticas diárias das comunidades locais e das peculiaridades envolvidas na relação entre os pescadores e as tartarugas, uma vez que o conhecimento sobre cada espécie e as atitudes em relação à conservação delas está altamente relacionado às atividades diárias dos pescadores e ao tipo de pesca praticada na região (CARVALHO, 2014). Com isso, uma vez que esse tipo de resíduo está comprovadamente associado à causa de morte nesses animais, é de extrema urgência que ações educacionais e projetos de pesquisa sejam realizados com as comunidades e os pescadores, a fim de mitigar uma das principais causas de óbitos das tartarugas-verdes.

## 6 CONCLUSÃO

As análises dos conteúdos gastrointestinais demonstraram a presença predominante de três grupos de algas (verdes, vermelhas e pardas), propágulos de mangue e conteúdos de origem vegetal, além de peixes, invertebrados e resíduos sólidos. Com relação às algas marinhas, *Ulva* sp., *Chaetomorpha* sp., *Sargassum* sp., *Dictyopteris* sp., *Porphyra* sp. e *Caloglossa* sp. foram os gêneros encontrados em maiores quantidades, tanto em frequência de ocorrência quanto em frequência gravimétrica, sendo *Ulva* sp. a alga em maior proporção nos dois quesitos, uma vez que a espécie apresenta características de adaptação similares ao local do estudo.

A tartaruga-verde, mesmo sendo preferencialmente herbívora quando jovem, pode se alimentar de outros itens, devido à necessidade de vitaminas, sais minerais, aminoácidos, ou até mesmo de forma accidental. O número de encalhes de tartarugas *C. mydas* foi majoritariamente composto por espécimes juvenis, confirmando a alta frequência e a importância da região da Baixada Santista e, possivelmente, das áreas estuarinas, como área de alimentação nessa fase da vida. Além disso, foi possível observar que a temperatura local é um fator que possui grande influência no forrageio e, consequentemente, contribui para uma melhor qualidade e condição de saúde das tartarugas-verdes, uma vez que neste estudo constatou-se que os indivíduos alimentaram-se em maior quantidade e riqueza durante o verão e em menor quantidade durante o inverno.

A maioria das tartarugas-verdes resgatadas ingeriu resíduos sólidos, fato esse que foi altamente relacionado à causa da morte ou ao estado nutricional, representando então uma grande ameaça a esses animais. Dos resíduos antrópicos encontrados e analisados, a maior frequência de ocorrência foi de plástico, dos tipos flexível, rígido e semirrígido e de coloração transparente, seguido por branca, azul e preta. As cores transparente e branca são as mais ingeridas por tartarugas marinhas, mas também são as cores mais comumente encontradas em itens plásticos, tornando-os um grande alvo, por apresentar características alimentares que naturalmente atraem as tartarugas-verdes (não brilhantes, translúcidos e flexíveis) e por serem encontrados com frequência no meio ambiente.

Contudo, compreender os fatores que afetam a ingestão de resíduos sólidos por tartarugas marinhas, incluindo os tipos de resíduos e a sua distribuição, relacionando com a história de vida e ecologia alimentar da espécie, pode auxiliar na identificação das prioridades de gestão na redução de plásticos no ambiente marinho e costeiro e, consequentemente, na diminuição do potencial de ingestão desses materiais por animais marinhos. Portanto, nota-se



que este estudo contribuiu com a elaboração de dados científicos estratégicos com potencial para serem utilizados em políticas públicas futuras de conservação.

Os resíduos sólidos, na maioria das vezes, não são diretamente responsáveis pela morte dos animais, no entanto, ocasionam efeitos subletais intimamente relacionados ao óbito mais lento dos indivíduos. Neste estudo, foi possível comprovar os efeitos da ingestão de resíduos sólidos de origem antropogênica, por meio das diversas lesões apresentadas e obstrução em trato gastrointestinal, que resultam na deficiência digestiva e nutricional e, conseqüentemente, relacionam-se a quadros clínicos de anorexia, desidratação e condição corpórea ruim. Esses fatores comprometem todo o sistema imunológico dos indivíduos, tornando-os mais vulneráveis a outros impactos, cujas principais causas de morte foram: asfixia hídrica; traumas; deficiência nutricional; infecções bacterianas; e parasitismo.

Mesmo todos os resíduos apresentando um alto risco de vida para esses animais, alguns tipos foram associados a um risco ainda maior, sendo as linhas de pesca monofilamento e multifilamento, bem como o plástico rígido, diretamente relacionadas à causa de morte dos indivíduos. Isso demonstra que programas de educação ambiental voltados às comunidades pesqueiras que utilizam esse material são essenciais, com enfoque na sensibilização e conscientização sobre o descarte desses itens, por exemplo, em locais de pesca recreativa, muito explorada na região da Baixada Santista. Vale ressaltar que as ações e programas voltados a este tema podem ser mais efetivos mediante o apoio do poder público, para que sejam implementadas com caráter de urgência.

Diante dos resultados obtidos e das lacunas encontradas durante a pesquisa, foi possível observar a necessidade de estudos comparativos e da implementação de um programa de monitoramento das tartarugas-verdes junto às áreas de alimentação, a fim de buscar dados sobre a movimentação desses animais na região da Baixada Santista em relação aos locais de alimentação e o uso do estuário santista pela espécie.

O desequilíbrio no balanço ecológico dos ecossistemas marinhos e costeiros, causado pelo aumento das intervenções antropogênicas, afeta negativamente a sobrevivência de quelônios de vida longa, como é o caso da tartaruga-verde, seriamente ameaçada de extinção. Além disso, o descarte inadequado de plásticos nos oceanos e no continente não só coloca em risco a vida dos animais marinhos, mas também a saúde humana, sendo então uma grande preocupação de saúde pública e ambiental. O lixo marinho é um problema mundial e muito complexo, sendo necessária uma abordagem integrada e sistêmica do poder público junto às empresas privadas, à academia, ao terceiro setor e à sociedade, a fim de unir as forças em conjunto para uma mudança efetiva.

A implementação de políticas públicas já consolidadas pela União, Estados e Municípios devem balizar a mudança de comportamento para alcançar a alteração do cenário existente atualmente. O Brasil possui alguns instrumentos legais que podem desempenhar o papel de protagonistas nessas mudanças, quais sejam, o Planos Nacional de Combate ao Lixo no Mar e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, esse último através de revisão que permita a inserção da capítulo relacionado ao lixo marinho, de forma a provocar o efeito em cadeia em Estados e Municípios, alertando para a problemática e buscando soluções efetivas em ações de fiscalização, monitoramento e educação ambiental direcionadas à população fixa e flutuante, além de pescadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, A.; BORRELL, A.; REIJNDERS, P. J. H. Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals. **Mar Env Res**, v. 53, n. 5, p. 425-452, 2002.
- AGUIRRE, A. A. *et al.* Pathology of oropharyngeal fibropapillomatosis in green turtles *Chelonia mydas*. **J Aquat Anim Health**, v. 14, n. 4, p. 298-304, 2002.
- AGUIRRE, A. A.; LUTZ, P. L. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: Is fibropapillomatosis an indicator. **EcoHealth**, v. 1, n. 13, p. 275-283, 2004.
- ALMEIDA, A. P. *et al.* Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, v. 1, n. 1, p. 12-19, 2011.
- AMOROCHO, D. F.; REINA, R. D. Feeding ecology of the East Pacific green sea turtle *Chelonia mydas agassizii* at Gorgona National Park, Colombia. **Endangered Species Research**, v. 3, n. 1, p. 43-51, 2007.
- ANDERSON, E. T. *et al.* Evaluation of hematology and serum biochemistry of cold-stunned green sea turtles (*Chelonia mydas*) in North Carolina, USA. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 42, n. 2, p. 247-255, 2011.
- ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Mar. Pollut. Bull**, v. 62, n. 8, p. 1596–1605, 2011.
- ARAUJO, D. G. *et al.* Levantamento de macroalgas em comparação com a qualidade da água na Baía de Santos-São Paulo. **Unisanta BioScience**, v. 8, n. 3, p. 311-325, 2019.
- ARAUJO, R.M. *et al.* Ocorrência de lulas na dieta da tartaruga verde, *Chelonia mydas*, em Santa Catarina. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. **Anais [...]**. São Lourenço: Sociedade Brasileira de Ecologia, 2009.
- AWABDI, D. R.; SICILIANO, S.; DI BENEDITTO, A. P. M. First information about the stomach contents of juvenile green turtles, *Chelonia mydas*, in Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. **Marine Biodiversity Records**, v. 6, p. 145-147, 2013a.
- 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, p. 197-200, 2013b.
- AZNAR, F. J.; BADILLO, F. J.; RAGA, J. A. Gastrointestinal Helminths of Loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the western Mediterranean: Constraints on community structure. **J. Parasitol.** v. 84, n. 3, p. 474-479, 1998.
- BADALAMENTI, F. *et al.* Effects of dredging activities on population dynamics of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in the Mediterranean sea: the case study of Capo Feto (SW Sicily, Italy). **Marine Biodiversity: Patterns and Processes, Assessment, Threats, Management and Conservation**, p. 253-261, 2006.

BALAZS, G. H. Current status of fibropapillomas in the Hawaiian green turtle, *Chelonia mydas*. **Research plan for marine turtle fibropapilloma**, v. 156, n. 13, p. 47-57, 1991.

BALAZS, G. H. Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion. *In*: SHOMURA, R.S.; YOSHIDA, H.O. (Eds.). **Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris**, Honolulu, 1985. p. 387-429.

BALAZS, G. H. **Synopsis of biological data on the green turtle in the Hawaiian Islands**. Honolulu, Hawaii: NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFC-7, 1980.

BAPTISTOTTE, C. Testudines marinhos (tartarugas marinhas). *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. 2a. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 259-270.

BARNES, D. K. A. *et al.* Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.

BARNES, D. K. A. Remote islands reveal rapid rise of southern hemisphere sea debris. **The Scientific World Journal**, v. 5, n. 1, p. 915-921, 2005.

BARSANTI, M. *et al.* Measuring change of Mediterranean coastal biodiversity: diachronic mapping of the meadow of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Gulf of Tigullio (Ligurian Sea, NW Mediterranean). **Hydrobiologia**, v. 580, p. 35-41, 2007.

BARTON, B. A.; MORGAN, J. D.; VIJAYAN, M. M. Physiological and condition-related indicators of environmental stress in fish. *In*: ADAMS, S. M. **Biological Indicators of Aquatic Ecosystem Stress**. Bethesda, MD: American Fisheries Society, 2002. p. 111-148.

BASÍLIO, T. H. **Biodiversidade e conservação das ilhas costeiras do litoral sul capixaba**. São Paulo: Lura Editorial, 2020.

BERCHEZ, F. A. S.; OLIVEIRA, E. C. **Temporal changes in the benthic marine flora of the Baía de Santos, SP, Brazil, over the last four decades. Algae and Environment: a General Approach**. Tradução. Sao Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia, 1992.

BIRNIE-GAUVIN, K. *et al.* Nutritional physiology and ecology of wildlife in a changing world. **Conservation Physiology**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2017.

BJORNDAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtle. *In*: LUTZ, P.; MUSICK, J. **The Biology of Sea Turtles**. Florida: CRC Press, 1996. p. 10-20.

BJORNDAL, K. A. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. **Marine Biology**, v. 56, p. 147-154, 1980.

BJORNDAL, K. A. Nutritional ecology of sea turtles. **Copeia**, v. 3, n. 5, p.736-751, 1985.

BJORNDAL, K. A. The Consequence of Herbivory for the life history pattern of the Caribbean Green Turtle, *Chelonia mydas*. *In*: BJORNDAL, A. **Biology and Conservation of Sea Turtle**. Revised Edition. Smithsonian Institution Press: Washington, 1995. p. 111-116.

BJORNDAL, 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, p. 154-158, 1994.

BJORNDAL, K. A.; JACKSON, J. B. C. Roles of sea turtles in marine ecosystems:reconstructing the past. *In*:LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. (eds).**The biology of sea turtles**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003. p 259-273.

BJORNDAL, K. A.; MEYLAN, B. A.; TURNER, J. B. Sea turtles nesting at Melbourne Beach, Florida, I. Size, growth and reproductive biology. **Biological Conservation**, v. 26, n. 1, p. 65-77, 1983.

BJORNDAL, K. A.; SUGANUMA H.; BOLTEN, A. B. Digestive fermentation in green turtles, *Chelonia mydas*, feeding on algae. **Bulletin of marine science**, v. 48, n. 1, p. 166-171, 1991.

BJORNDAL, K. A.; ZUG, G. R. Growth and Age of Sea Turtles. *In*: BJORNDAL, K.A. **Biology and Conservation of Sea Turtles**. Washington DC, USA: Smithsonian Institution Press, 1995. p. 599-560.

BLOCK, B. A. *et al.* Migratory movements, depth preferences, and thermal biology of Atlantic bluefin tuna. **Science**, v. 293, n. 5533, p. 1310-1314, 2001.

BOWEN, B. W.; NELSON, W. S.; AVISE, J. C. A molecular phylogeny for marine turtles: trait mapping, rate assessment, and conservation relevance. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 90, n. 12, p. 5574-5577, 1993.

BRAND-GARDNER, S.; LANYON, J.; LIMPUS, C. Diet selection of immature green turtles, *Chelonia mydas*, in subtropical Moreton Bay, Southeast Queensland **Australian Journal of Zoology**, v. 47, n. 2, p. 181-191, 1999.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 13 fev. 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: 05 fev. 2023.

BRASIL. **Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022**. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. Brasília: Diário Oficial da União, 08 jun. 2022. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P\\_mma\\_148\\_2022\\_altera\\_anexos\\_P\\_mma\\_443\\_444\\_445\\_2014\\_atualiza\\_especies\\_ameacadas\\_extincao.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf) Acesso em: 05 fev. 2023.

BRODERICK, A.C.; HANCOCK, E.G. Insect infestation of Mediterranean marine turtle eggs. **Herpetological Review**, v. 28, n. 4, p. 190-191, 1997.

BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Diet of Sea turtles in southern Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 4, n. 3, p. 685-687, 2003.

BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine pollution bulletin**, v. 42, n. 12, p. 1330-1334, 2001.

CABACO, S.; SANTOS, R. Human-induced changes of the seagrass *Cymodocea nodosa* in Ria Formosa lagoon (Southern Portugal) after a decade. **Cah. Biol. Mar**, v. 55, p. 101-108, 2014.

CABAÇO, S.; ALEXANDRE, A.; SANTOS, R. Population-level effects of clam harvesting on the seagrass *Zostera noltii*. **Marine Ecology Progress Series**, v. 298, p. 123-129, 2005.

CASALE, P.; LAURENT, L.; DE METRIO, G. Incidental capture of marine turtles by the Italian trawl fishery in the north Adriatic Sea. **Biological Conservation**, v. 119, n. 3, p. 287-295, 2004.

CANNING-CLODE, J. *et al.* Will COVID-19 containment and treatment measures drive shifts in marine litter pollution? **Frontiers in Marine Science**, v. 7, n. 4, p. 1-12, 2020.

CARMAN, V. G. *et al.* Young green turtles, *Chelonia mydas*, exposed to plastic in a frontal area of the SW Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 78, n. 1-2, p. 56-62, 2014.

CARMO, E. S.; GADOTTI, G. A.; BOIA, Y. T. K. Análise comparada da evolução de sítios turísticos: Santos (SP) e Balneário Camboriú (SC). **Turismo: Visão e Ação**, v. 2, n. 3, p. 27-40, 1999.

CARO, T. M.; O'DOHERTY, G. On the use of surrogate species in conservation biology. **Conservation biology**, v. 13, n. 4, p. 805-814, 1999.

CARR, A. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. **Conservation Biology**, v. 1, n. 2, p. 103-121, 1987.

CARVALHO, G. D. *et al.* A importância ecológica da conservação das tartarugas marinhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA – COBICET, 2., 2021, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia – CoBICET, 2021. p. 1-4.

CARVALHO, R. H. **Conhecimento local de pescadores em relação a conservação de tartarugas marinhas (Reptilia: Testudines) no sul do Espírito Santo, Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado Ciências Biológicas Comportamento e Biologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

CASTELL, E. D. **Hábitos alimentarios de juveniles de tortuga verde (*Chelonia mydas*) en Cerro Verde, Rocha**. 2005. Relatório de Estágio (Especialização em Etologia) – Sección Etologia, Facultad de Ciencias, Universidade de la Republica, Montevideo, 2005.

CASTRO FILHO, B. M. *et al.* **Estrutura termohalina e circulação na região entre Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). <O> ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2006.

CHALOUPKA, M. *et al.* Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 2, p. 297-304, 2008.

CHILVERS, B. L. *et al.* Queensland, Australia: an example of the co-existence of significant marine mammal populations and large-scale coastal development. **Biological Conservation**, v. 122, n. 4, p. 559-571, 2005.

CLARKE, M. R. **Handbook for the identification of cephalopod beaks**. Estados Unidos:Oxford University Press, Oxford, 1986.

COMMITTEE ON SEA TURTLE CONSERVATION. **Decline of the sea turtles**: causes and prevention. Washington, DC: National Academy of Sciences, National Academy Press, 1990.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Balneabilidade praias**: características do litoral de São Paulo. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/praias/wp-content/uploads/sites/31/2021/06/Apendice-A-Balneabilidade-Praias-2020.pdf>. Acesso em: 20 de ago. 2022.

CORCORAN, P. L.; BIESINGER, M. C.; GRIFI, M. Plastics and beaches: a degrading relationship. **Marine pollution bulletin**, v. 58, n. 1, p. 80-84, 2009.

COSTA, M. C. O.; FERNANDES, S. Levantamento taxonômico de algas marinhas bentônicas da Ilha Porchat, São Vicente, SP. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 22088-22101, 2019.

DEEM, S. L. *et al.* Comparison of blood values in foraging, nesting, and stranded loggerhead turtles (*Caretta caretta*) along the coast of Georgia, USA. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 45, n. 1, p. 41-56, 2009.

DENKINGER, J. *et al.* Are boat strikes a threat to sea turtles in the Galapagos Marine Reserve? **Ocean & coastal management**, v. 80, n. 2, p. 29-35, 2013.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

DIAZ-FIGUEROA, Orlando; MITCHELL, Mark A. Gastrointestinal anatomy and physiology. In: **Reptile medicine and surgery**. Elsevier Inc., 2006. p. 145-162

DI BELLO, A. *et al.* Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 47, n. 4, p. 351-354, 2006.

DI BENEDITTO, A. P. M.; AWABDI, D. R. How marine debris ingestion differs among megafauna species in a tropical coastal area. **Marine Pollution Bulletin**, v. 88, n. 1-2, p. 86-90, 2014.

DI BENEDITTO, A.P.M. A.; RAMOS, R.M.A. Marine debris ingestion by coastal dolphins: what drives differences between sympatric species? **Mar. Pollut. Bull.**, v. 83, p. 298-301, 2014.

DI BENEDITTO, A. P. M. A.; RAMOS, R. M. A.; LIMA, N. R. W. **Os Golfinhos**: origem, classificação, captura, hábito alimentar. Porto Alegre: Cinco Continentes. 2001.

DOMICIANO, I. G.; DOMIT, C.; BRACARENSE, A. P. F. R. L. The green turtle *Chelonia mydas* as a marine and coastal environmental sentinels: anthropogenic activities and diseases. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 5, p. 3417-3434, 2017.

DOMICIANO, I. G. *et al.* Chelonid alphaherpesvirus 5 DNA in fibropapillomatosis-affected *Chelonia mydas*. **EcoHealth**, v. 16, n. 3, p. 248-259, 2019.

DUARTE, C. M. The future of seagrass meadows. **Environmental conservation**, v. 29, n. 2, p. 192-206, 2002.

EFSA CONTAM PANEL (EFSA PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN). Statement on the presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. **EFSA Journal**, v. 14, n. 6, p. 1-30, 2016.

ELDRIDGE, P. M.; KALDY, J. E.; BURD, A. B. Stress response model for the tropical seagrass *Thalassia testudinum*: the interactions of light, temperature, sedimentation, and geochemistry. **Estuaries**, v. 27, p. 923-937, 2004.

ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **COVID-19 Waste management Factsheets**. 2020. Disponível em: [www.unep.org/resources/factsheet/covid-19-waste-management-factsheets](http://www.unep.org/resources/factsheet/covid-19-waste-management-factsheets). Acesso em: 25 ago. 2022.

ERIKSEN, M. *et al.* A growing plastic smog, now estimated to be over 170 trillion plastic particles afloat in the world's oceans-Urgent solutions required. **Plos one**, v. 18, n. 3, p. 1-8, 2023.

FERNANDES, A. *et al.* Registro de encalhes de tartarugas marinhas na Baixada Santista-SP. In: JORNADA SOBRE TARTARUGAS MARINHAS DO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL, 5, 2011, Florianópolis, Santa Catarina. **Anais [...]**, Florianópolis, Santa Catarina, 2011. p. 141-144.

FERREIRA, M. M. Sobre a alimentação da aruanã, *Chelonia mydas* Linnaeus, ao longo da costa do estado do Ceará. **Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará**, v. 8, n. 1, p. 83-86, 1968.

FIDELIS, S. V.; BALLABIO, T. A.; GUEBERT, F. M. Análise da relação corporal do trato gastrointestinal da *Chelonia mydas* (tartaruga verde) juvenil do litoral do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 2., 2005, Vitória. **Anais [...]**. Espírito Santo: Vitória. 2005. p.1-3.

FLINT, M. *et al.* Development and application of biochemical and haematological reference intervals to identify unhealthy green sea turtles (*Chelonia mydas*). **The Veterinary Journal**, v. 185, n. 3, p. 299-304, 2010.

FLINT, M. *et al.* Monitoring the health of green turtles in northern Queensland post catastrophic events. **Science of the Total Environment**, v. 660, p. 586-592, 2019.



FOLEY, A. *et al.* Fibropapillomatosis in stranded green turtles (*Chelonia mydas*) from the eastern United States (1980–1998): trends and associations with environmental actors. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 41, n. 1, p. 29-41, 2005.

FONG, C. L. *et al.* Blood profiles from wild populations of green sea turtles in Taiwan. **J Vet Med Anim Health**, v. 2, n. 2, p. 8-10, 2010.

FRAZIER, J. The role of flagship species in interactions between people and the sea. **Marit. Stud.**, v. 3, n. 2, p. 5-38, 2005.

FRITSCHES, K. A. *et al.* Natal homing and imprinting in sea turtles. **The biology of sea turtles**, v. 3, n. 4, p. 59-78, 2013.

FUENTES, M. M. P. B.; LAWLER, I.R.; GYURIS, E. Dietary preferences of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) on a tropical reef flat. **Wildlife Research**, v. 33, n. 8, p. 671-678, 2006.

FUENTES, M. M. P. B.; LIMPUS, C. J.; HAMMANN, M. Vulnerability of sea turtle nesting grounds to climate change. **Global Change Biology**, v. 17, n. 1, p. 140-153, 2011.

FUKUOKA, T. *et al.* The feeding habit of sea turtles influences their reaction to artificial marine debris. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 28015, 2016.

GALL, S. C.; THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

GALLO, B. M. *et al.* Sea turtle conservation in Ubatuba, southeastern Brazil, a feeding area with incidental capture in coastal fisheries. **Chelonian conservation and biology**, v. 5, n. 1, p. 93-101, 2006.

GAMA, L. R. **Dieta, comportamento e ecologia trófica de tartarugas-verde (*Chelonia mydas*) no oceano atlântico sul ocidental**. 2021. Tese (Doutorado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2021.

GAMA, L. R. **Ecologia Alimentar de *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Litoral do Paraná**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

GAMA, L. R. *et al.* Green turtle *Chelonia mydas* foraging ecology at 25 S in the western Atlantic: evidence to support a feeding model driven by intrinsic and extrinsic variability. **Marine Ecology Progress Series**, v. 542, n. 1, p. 209-219, 2016.

GARNETT, S. T.; PRICE, I. R.; SCOTT, F. J. The diet of the Green Turtle, *Chelonia mydas* (L.), in Torres Strait. **Wildlife Research**, v. 12, n. 1, p. 103-112, 1985.

GEORGE, R. H. **Health problems and diseases of sea turtles**: The biology of sea turtles. Crc Press: Environment & Agriculture, 1997.

GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. J. **Marine Mammals Ashore**: a field guide for strandings. 2a. ed. Baltimore, MD: National Aquarium in Baltimore, 2005.

GODFREY, M. H.; GODLEY, B. J. Seeing past the red: flawed IUCN global listings for sea turtles. **Endangered Species Research**, v. 6, n. 2, p. 155-159, 2008.

GREENLAND, J. A.; LIMPUS, C. J.; CURRIE, K. J. Queensland Marine Wildlife Stranding and Mortality Database Annual Report 2001-2002. III. Marine turtles. Conservation technical and data report. **Environmental Protection Agency Queensland Parks Wildlife Service, Brisbane**, 2004.

GROSSMAN, A. *et al.* Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserve, Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v. 118, n. 12, p. 12-13, 2007.

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

GUEBERT, F. M. **Ecologia alimentar e mortalidade da tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, no litoral do Estado do Paraná**. 2004. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, Pontal do Paraná, 2004.

GUEBERT, F. M. *et al.* Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, v. 13, n. 2, p. 131-143, 2011.

GUIZARDI, C. A.; AZEVEDO, A. K.; FACCINI, L. A. Clorófitas bentônicas do costão rochoso da praia do Tombo, litoral sul do Estado de São Paulo. **UNISANTA BioScience**, v. 4, n. 1, p. 48-66, 2015.

HAHLADAKIS, J. N. Delineating the global plastic marine litter challenge: clarifying the misconceptions. **Environmental monitoring and assessment**, v. 192, n. 267, p. 1-11, 2020.

HAINES, J. A.; LIMPUS, C. J. III. Marine Turtles. *In: Queensland Marine Wildlife Stranding and Mortality Database Annual Report*, 2000. Queensland Parks Wildlife Service, Brisbane.

HAMANN, M. *et al.* Demographic and health parameters of green sea turtles *Chelonia mydas* foraging in the Gulf of Carpentaria, Australia. **Endangered Species Research**, v. 2, n. 3, p. 81-88, 2006.

HART, K. M.; FUJISAKI, I. Satellite tracking reveals habitat use by juvenile green sea turtles *Chelonia mydas* in the Everglades, Florida, USA. **Endangered Species Research**, v. 11, n. 3, p. 221-232, 2010.

HATASE, H. *et al.* Individual variation in feeding habitat use by adult female green sea turtles (*Chelonia mydas*): are they obligately neritic herbivores? **Oecologia**, v. 149, n. 2, p. 52-64, 2006.

HAUKOOS, J. S.; LEWIS, R. J. Advanced statistics: bootstrapping confidence intervals for statistics with “difficult” distributions. **Academic emergency medicine**, v. 12, n. 4, p. 360-365, 2005.

HAZEL, J.; LAWLER, I. R.; HAMANN, M. Diving at the shallow end: green turtle behaviour in near-shore foraging habitat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 371, n. 1, p. 84-92, 2009.

HERBST, L. H.; JACOBSON, E. R. **15 Practical Approaches for Studying Sea Turtle Health and Disease**. 2003. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloud-front.net/74331561/> Acesso em: 10 mar. 2023.

HERBST, L. H. Fibropapillomatosis of marine turtles. **Annual Review of Fish Diseases**, v. 4, p. 389-425, 1994.

HERNÁNDEZ, I. *et al.* Biomass and dynamics of growth of *Ulva* species in Palmones river estuary. **J Phycol**, v. 33, p. 764-72, 1997.

HILSDORF, W.D.C.; NOGUEIRA NETO, M.D.S. Porto de Santos: prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso. **Gestão & Produção**, v. 23, p. 219-231, 2015.

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

HOPKINS, W. *et al.* Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine+ Science in Sports+ Exercise**, v. 41, n. 1, p. 3, 2009.

HORTA, P. A. *et al.* Considerações sobre a distribuição e origem da flora de macroalgas marinhas brasileiras. **Hoehnea**, v. 28, n. 3, p. 243-265, 2001.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **Journal of fish biology**, v. 17, n. 4, p. 411-429, 1980.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio, 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO/TAMAR). **Nota de Esclarecimento do Centro Tamar/ICMBio sobre a nova classificação do status de conservação da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/centrotamar/ultimas-noticias/53-nota-de-esclarecimento-do-centro-tamar-icmbio-sobre-a-nova-classificacao-do-status-de-conservacao-da-tartaruga-verde-chelonia-mydas-no-brasil>. Acesso em: 15 jan. 2023.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Acesso em: 05 fev. de 2023.

JACOBSON, E. R. *et al.* Herpesvirus in cutaneous fibropapillomas of the green turtle *Chelonia mydas*. **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 1991.

JAMBECK, J. R. *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. **Marine Pollution Bulletin**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

JANZEN, F. J. Climate change and temperature-dependent sex determination in reptiles. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 91, n. 16, p. 7487-7490, 1994.

JOLY, A. B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da Baía de Santos e arredores. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica**, v. 14, n. 1, p. 7-237, 1957.

JOLY, A. B. **Gêneros de algas marinhas da costa atlântica latino-americana (No. 582.26 (261.6) JOL)**. São Paulo: Ed. da Universidade, 1967.

KOCH, V. *et al.* Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. **Biological Conservation**, v. 128, n. 3, p. 327-334, 2006.

KRISHNAN, A. V. *et al.* Bisphenol-A: an estrogenic substance is released from polycarbonate flasks during autoclaving. **Endocrinology**, v. 132, n. 6, p. 2279-2286, 1993.

LABRADA-MARTAGON, V. *et al.* Health indices of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico. II. Body condition index. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 9, n. 2, p. 173-183, 2010.

LAFFERTY, K. D. Marine Infectious Disease Ecology. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 48, n. 1, p. 473-496, 2017.

LAIST, D. W. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 18, n. 6, p. 319-326, 1987.

LAZAR, B.; ZULJEVIC, A.; HOLCER, D. Diet composition of a green turtle, *Chelonia mydas*, from the Adriatic Sea. **Natura Croatica: Periodicum Musei Historiae Naturalis Croatici**, v. 19, n. 1, p. 263-271, 2010.

LEMONS, G. *et al.* Trophic ecology of green sea turtles in a highly urbanized bay: insights from stable isotopes and mixing models. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 405, n. 1-2, p. 25-32, 2011.

LEÓN, G. P. P.; GARCÍA-PRIETO, L. U. I. S.; LEÓN-RÉGAGNON, V. Gastrointestinal digenetic trematodes of olive ridley's turtle (*Lepidochelys olivacea*) from Oaxaca México. Taxonomy and infracommunity structure. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, v. 63, n. 15, p. 76-82, 1996.

LEWBART, G. A. *et al.* Blood gases, biochemistry, and hematology of Galapagos green turtles (*Chelonia mydas*). **PLoS One**, v. 9, n. 5, p. 964-987, 2014.

LEWISON, R. *et al.* Fisheries bycatch of marine turtles: lessons learned from decades of research and conservation. **The biology of sea turtles**, v. 3, p. 329-351, 2013.

LEWISON, R. L. *et al.* Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. **Trends in ecology & evolution**, v. 19, n. 11, p. 598-604, 2004.

LIMA, M.*et al.* Fatores de encalhes de tartarugas marinhas no litoral oriental do Rio Grande do Norte (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 1-12, 2021.

LIMA, S. R.*et al.* Consequences of the ingestion of fishing line by free-living sea turtles. **Marine Pollution Bulletin**, v. 185, n. 13, p. 114-309, 2022.

LIMPUS, C. The hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Queensland: population structure within a southern Great Barrier Reef feeding ground. **Wildlife Research**, v. 19, n. 4, p. 489-505, 1992.

LIMPUS, C.; LIMPUS, D. Mangroves in the diet of *Chelonia mydas* in Queensland, Australia. **Marine Turtle Newsletter**, v. 89, n. 15, p. 13-15, 2000.

LOEB, M. V. **Relações filogenéticas de Eugraulinae e revisão do gênero Anchoviella Fowler, 1911 (Clupeiformes, Eugraulidae)**. 2016. Tese (Doutorado em Sistema Taxonomia anial, Biodiversidade) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

LOHMAN, K. J.; LOHMAN, C. M. F. Migratory Guidance Mechanisms in Marine Turtles. **Journal of Avian Biology**, v. 29, n. 4, p. 585-596, 1998.

LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.*et al.* 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, n. 3, p. 259-269, 2005.

LOSEY, G. S.; BALAZS, G.; PRIVITERA, L. A. Cleaning symbiosis between the wrasse, *Thalassoma duperry*, and the green turtle, *Chelonia mydas*. **Copeia**, v. 3, n. 3, p. 684-690, 1994.

LUCHIARI, M. T. D. P. Turismo,natureza,cultura caiçara: um novo colonialismo? *In*: SERRANO, C. M. T. *et al.* **Viagem à natureza: turismo, cultura e ambiente**. São Paulo: Papirus, 1997. p. 59-84.

LUTZ, P. L. Studies on the ingestion of plastic and latex by sea turtles. *In*: SHOMURA, R. S.; YOSHIDA, H. O. **Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris**, Hawaii: Honolulu, 1990. p. 719-735.

LUTZ, P.L.; MUSICK, J. A. **The biology of sea turtles**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1997.

LYTHGOE, J. N. **Ecology of vision**. Inglaterra: Clarendon press, 1979.

MACKIE, R. I. Mutualistic fermentative digestion in the gastrointestinal tract: diversity and evolution. **Integrative and Comparative Biology**, v. 42, n. 2, p. 319-326, 2002.

MAGALHÃES, M. S.*et al.* Morfologia do tubo digestório da tartaruga verde (*Chelonia mydas*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 8, p. 676-684, 2010.

MARCOVALDI, M. A.*et al.* Activities by Project TAMAR in Brazilian sea turtle feeding grounds. **Marine Turtle Newsletter**, v. 80, n. 5, p. 5-7, 1998.

MARCOVALDI, M. A.*et al.* Atuação do Projeto Tamar-Ibama em áreas de alimentação das tartarugas marinhas no Brasil. *In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA*, 23., Itajaí, SC. **Anais [...]**. Itajaí, SC, 2000. p. 497-499..

MARCOVALDI, M. A., MARCOVALDI, G. G. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological conservation**, v. 91, n. 1, p. 35-41, 1999.

MARCOVALDI, M. A.; PATIRI, V.; THOMÉ, J.C. Projeto TAMAR-IBAMA: twenty-five years protecting Brazilian sea turtles through a community-based conservation programme. **Marit Stud**, v. 3, n. 2, p. 39-62, 2005.

MARCOVALDI, M. A.*et al.* Brazilian plan for reduction of incidental sea turtle capture in fisheries. **Marine Turtle Newsletter**, v. 96, p. 24-25, 2002.

MÁRQUEZ, M. R.*et al.* Sea turtles of the world: an annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. **FAO Species Catalogue; vol. 11FAO Fisheries Synopsis**, v. 11, n. 125, p. 777-780, 1990.

MASCARENHAS, R.*et al.* Nesting of hawksbill turtles in Paraíba-Brazil: avoiding light pollution effects. **Marine turtle newsletter**, v. 104, n. 1, p. 1-3, 2004.

MÄTHGER, L. M.; LITHERLAND, L.; FRITSCHES, K. A. An anatomical study of the visual capabilities of the green turtle, *Chelonia mydas*. **Copeia**, v. 2007, n. 1, p. 169-179, 2007.

MAYAKUN, J.; PRATHEP, A. Seasonal variations in diversity and abundance of macroalgae at Samui Island, Surat Thani Province, Thailand. **Songklanakarin J. Sci. Technol**, v. 27, n. 3, p. 653-663, 2005.

MCCAULEY, S. J.; BJORN DAL, K. A. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. **Conservation biology**, v. 13, n. 4, p. 925-929, 1999.

MENGHINI, R. P. **Dinâmica da recomposição natural em bosques de mangue impactados**: Ilha Barnabé (Baixada Santista), SP, Brasil. 2008. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MEYLAN, A. B.; MEYLAN, P. A. Introducción a la evolución, historias de vida y biología de las tortugas marinas. **Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas**, v. 3, n. 5, p. 3-6, 2000.

MILTON, S.; LUTZ, P. Natural and human impacts on turtles. *In: SHIGENAKA, G. Oil and sea turtles – biology, planning, and response*. NOAA's National Ocean Service, Office of Response and Restoration, Hazardous Materials Response Division. 2003. p. 27-34.

MORTIMER, J. Feeding ecology of sea turtles. **Biology and conservation of sea turtles**. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, v. 103, n. 49, p. 353-364, 1982.

NAGAOKA, S. M.*et al.* Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. **Marine Biology**, v. 159, n. 3, p. 573-581, 2012.

NASSAR, C. **Macroalgas marinhas do Brasil**: guia de campo das principais espécies. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, **Decline of Sea turtles**: causes and preventions. Washington: National Academy Press, 1990.

OEHLMANN, J.*et al.* A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2047-2062, 2009.

OIGMAN-PSZCZOL, S. S.; CREED, J. C. Quantification and classification of marine litter on beaches along Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 23, n. 2, p. 421-428, 2007.

OLIVEIRA, E. C.; QI, Y. Decadal changes in a polluted bay as seen from its seaweed flora: the case of Santos Bay in Brazil. **Ambio**, v. 32, n. 6, p. 403-405, 2003.

OLIVEIRA, E. C.; BERCHEZ, F. A. S. Algas marinhas bentônicas da baía de Santos – alterações da flora no período de 1957-1978. **Boletim de Botânica**, Universidade de São Paulo, v. 6, n. 13, p. 49-59, 1978.

OLIVER, J. D. Wound infections caused by *Vibrio vulnificus* and other marine bacteria. **Epidemiology & Infection**, v. 133, n. 3, p. 383-391, 2005.

OSBORNE, A. G.*et al.* Reference intervals and relationships between health status, carapace length, body mass, and water temperature and concentrations of plasma total protein and protein electrophoretogram fractions in Atlantic loggerhead sea turtles and green turtles. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 237, n. 5, p. 561-567, 2010.

PARK, S. R. *et al.* Rapid recovery of the intertidal seagrass *Zostera japonica* following intense Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) harvesting activity in Korea. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 407, n. 2, p. 275-283, 2011.

PEIRÓ, D. F. *et al.* **Praias arenosas**: estrutura, dinâmica e biodiversidade. 2020. Disponível em: <https://www.bioicos.org.br/post/praias-arenosas-estrutura-dinamica-biodiversidade>. Acesso em: 01 ago. 2022.

PENDOLEY, K.; FITZPATRICK, J. Browsing of mangroves by green turtles in Western Australia. **Marine Turtle Newsletter**, v. 84, n. 10, p. 1-2, 1999.

PEREIRA, C. S.*et al.* Plesiomonasshigelloides and Aeromonadaceae family pathogens isolated from marine mammals of Southern and Southeastern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 39, p. 749-755, 2008.

PINTO, M. H. D. O. **Identificação de macroalgas associadas aos manguezais do estuário de Santos-SP com base em DNA barcoding**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar) - Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2022.

POUGH, F.H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4a. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

PRITCHARD, P. C. H. Galapagos sea turtles: preliminary findings. **Journal of Herpetology**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 1971.

PRITCHARD, P. C. H.; MORTIMER, J. A. Taxonomía, Morfología Externa e Identificación de las Especies. In: ECKERT, K. L. *et al.* **Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas**. EUA: IUCN/SSC Publicación. 2000. p. 23-44.

PRITCHARD, P. C. H.; MORTIMER, J. A. Taxonomy, External Morphology and Species Identification. In: ECKERT, K. L. *et al.* (eds). **Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles**. Washington, DC: IUCN/SSC Marine Turtles Specialist Group Publication, 1999.

PRITCHARD, P. *et al.* **Manual sobre técnicas de investigación y conservación de las tortugas marinas**. 2a. ed. Washington, DC: Center for Environmental Education, 1983.

REID, J. **Evolução temporal da dinâmica do sistema estuarino de Santos (SP):** efeitos das alterações morfológicas. 2019. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

REIS, E. C. *et al.* Condição de saúde das tartarugas marinhas do litoral centro-norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a presença de agentes bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 3, p. 756-765, 2010.

REISZ, R. R.; HEAD, J. J. Turtle origins out to sea. **Nature**, v. 456, n. 7221, p. 450-451, 2008.

ROCHA-JORGE, R. *et al.* The occurrence of *Laurencia marilzae* (Ceramiales, Rhodophyta) in Brazil based on morphological and molecular data. 2010.

RODRIGUEZ, J. S. **Tartarugas marinhas e sua proteção:** encontros e desencontros entre a população de Regência eo projeto TAMAR. 2005. Dissertação (Mestrado em Políticas Sociais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense-Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2005.

ROMANINI, E. **Ecologia alimentar de tartarugas-verdes, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), em Ilhabela e Ubatuba – litoral norte de São Paulo, Brasil**. 2014. 60 f. Monografia (Especialização) – Curso de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – Sp, 2014. Ubatuba – litoral norte de São Paulo, Brasil. 2014.

ROSS, J. P. Biology of the green turtle, *Chelonia mydas*, on an Arabian feeding ground. **Journal of Herpetology**, v. 19, n. 4, p. 459-468, 1985.



RUIZ, J. M.; ROMERO, J. Effects of disturbances caused by coastal constructions on spatial structure, growth dynamics and photosynthesis of the seagrass *Posidonia oceanica*. **Marine Pollution Bulletin**, v. 46, n. 12, p. 1523-1533, 2003.

SÁ, A. R. F. **Guia Ilustrado das Macroalgas da Baía de Buarcos**. 2019. Dissertação de Mestrado. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2019.

SALVARANI, P. I.; VON OSTEN, J. R.; MORGADO, F. Plasma Biochemistry values in wild female hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) during nesting in Mexican coast. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 55, n. 2, p. 134727-134727, 2018.

SANCHES, T. M. **PROBIO Tartarugas Marinhas – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira**. Brasília: PRONABIO – Programa Nacional de Biodiversidade, 1999.

SANTORO, M.*et al.* Digenetic trematode community in nesting green sea turtles (*Chelonia mydas*) from Tortuguero National Park, Costa Rica. **Journal of Parasitology**, v. 92, n. 6, p. 1202-1206, 2006.

SANTOS, R. G.*et al.* Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment. **Marine Ecology Progress Series**, v. 529, p. 265-277, 2015.

SANTOS, R. G. **Variação na dieta da tartaruga verde, *Chelonia mydas*, e o impacto da ingestão de lixo ao longo da costa brasileira**. 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Biológicas, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2014.

SÃO PAULO. **Plano de manejo: área de proteção ambiental marinha litoral centro**. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2019.

SÃO PAULO. **Região Metropolitana da Baixada Santista**. São Paulo: Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS, [202-?].

SAZIMA, I.; GROSSMAN, A.; SAZIMA, C. Hawksbill turtles visit moustached barbers: cleaning symbiosis between *Eretmochelys imbricata* and the shrimp *Stenopus hispidus*. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 1, p. 1-6, 2004.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Aspectos de comportamento alimentar e dieta da tartaruga marinha, *Chelonia mydas* no litoral norte paulista. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, v. 32, p. 199-203, 1983.

SCHUYLER, Q.*et al.* Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. **Conservation biology**, v. 28, n. 1, p. 129-139, 2014a.

SCHUYLER, Q. *et al.* Mistaken identity? Visual similarities of marine debris to natural prey items of sea turtles. **BMC Ecology**, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2014b.

SCHUYLER, Q.*et al.* To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. **PloS One**, v. 7, n. 7, p. e40884, 2012.

SEMINOFF, J. A.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W. J. Diet of East Pacific green turtles (*Chelonia mydas*) in the central Gulf of California, Mexico. **Journal of Herpetology**, v. 36, n. 3, p. 447-453, 2002.

SEMINOFF, J. A.; JONES, T. T. T. Diel movements and activity ranges of green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, Mexico. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 1, n. 2, p. 81-86, 2006.

SENA, F. S. *et al.* Macroalgal community of pneumatophores in a mangrove of Barnabé Island (Baixada Santista), SP, Brazil: preliminary analysis. **Communications in Plant Sciences**, v. 2, n. 3-4, p. 149-151, 2012.

SENA, S. F. **Diversidade de espécies de macroalgas associadas ao Manguezal da Ilha Barnabé, Baixada Santista, SP, Brasil, com base em “DNA Barcode”**. 2016. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2016.

SERRA, N. E. A. **Baixada Santista: seus problemas e soluções**. Santos/SP: “A tribuna” de Santos, Jornal e Editora Ltda, 1985.

SHEAVLY, S. B.; REGISTER, K. M. Marine debris & plastics: environmental concerns, sources, impacts and solutions. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 15, n. 4, p. 301-305, 2007.

SHERIDAN, P. Recovery of floral and faunal communities after placement of dredged material on seagrasses in Laguna Madre, Texas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 59, n. 3, p. 441-458, 2004.

SILVEIRA, E. L.*et al.* Methods for trophic ecology assessment in fishes: a critical review of stomach analyses. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 28, n. 1, p. 71-106, 2020.

SINAEI, M.*et al.* Marine debris and trace metal (Cu, Cd, Pb, and Zn) pollution in the stranded Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 80, n. 3, p. 634-644, 2021.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE MONITORAMENTO DA BIOTA AQUÁTICA (SIMBA). **Projetos de Monitoramento de Praias (PMP)**. 2022. Disponível em: <https://simba.petrobras.com.br/simba/web/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SOPHE NEW BOARD OF TRUSTEES MEETING. **Change, IPCC climate. Impact: Adaptation and vulnerability, IPCC WGII AR5 summary for policymakers**. 2014. Disponível em: <https://www.sophe.org/wp-content/uploads/2017/05/2018-SOPHE-Program-282018.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SOUTHWOOD, A. L.*et al.* Seasonal diving patterns and body temperatures of juvenile green turtles at Heron Island, Australia. **Canadian Journal of Zoology**, v. 81, n. 6, p. 1014-1024, 2003.

SOUZA, F. T. **Ecologia alimentar de tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, no litoral Norte de Santa Catarina**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade da Região de Joinville, Joinville, 2016.

SOUZA, L. J. **Caracterização da dieta e ingestão de resíduos antropogênicos pela tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC, Brasil**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

SPLINGER, A.; COSTA, M. F. Methods applied in studies of benthic marine debris. **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, n. 2, p. 226-230, 2008.

STEFATOS, A. *et al.* Marine debris on the seafloor of the Mediterranean Sea: examples from two enclosed gulfs in Western Greece. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, n. 5, p. 389-393, 1999.

SUTHERLAND, W. *et al.* KH \$ Redford, JPW Scharlemann, M. Spalding and AR Watkinson. **Trends Ecol. Evol.**, v. 25, n. 3, p. 1-18, 2010.

SZÉCHY, M. T. M.; PAULA, É. J. Padrões estruturais quantitativos de bancos de Sargassum (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 23, p. 121-132, 2000.

TEELUCKSINGH, S. S.; ECKERT, S.; NUNES, P. Marine turtles, ecosystem services and human welfare in the marine ecosystems of the Caribbean Sea: A discussion of key methodologies. **Études caribéennes**, v. 13, n. 15, p. 1-13, 2010.

THOMPSON, R. C. *et al.* Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, v. 364, n. 1526, p. 2153-2166, 2009.

THOMPSON, R. C. *et al.* Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, v. 304, n. 5672, p. 838-838, 2004.

THOMSON, J. A. *et al.* Validation of a rapid visual-assessment technique for categorizing the body condition of green turtles (*Chelonia mydas*) in the field. **Copeia**, v. 2009, n. 2, p. 251-255, 2009.

TOURINHO, P. S.; 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, p. 396-401, 2010.

TUYA, F.; MARTÍN, J. A.; LUQUE, A. Impact of a marina construction on a seagrass bed at Lanzarote (Canary Islands). **Journal of Coastal Conservation**, v. 8, n. 2, p. 157-162, 2002.

VALENZUELA, N.; LANCE, V. A. Temperature-dependent sex determination. **Reptilian incubation: environment, evolution and behaviour**. 2004. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36639928/rhen-\\_and\\_lang\\_2004-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36639928/rhen-_and_lang_2004-). Acesso em: 20 jan. 2023.

VALVERDE, R. A. *et al.* Olive ridley mass nesting ecology and egg harvest at Ostional Beach, Costa Rica. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2012.

VÉLEZ-RUBIO, G. M. *et al.* New insights in Southwestern Atlantic Ocean Oegopsid squid distribution based on juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) diet analysis. **Marine Biodiversity**, v. 45, n. 4, p. 701-709, 2015.

WALLACE, B. P. *et al.* Regional management units for marine turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales. **Plos one**, v. 5, n. 12, p. 154-165, 2010.

WETZEL, L.; FILLMANN, G.; NIENCHESKI, L. F. H. Litter contamination processes and management perspectives on the southern Brazilian coast. **International Journal of Environment and Pollution**, v. 21, n. 2, p. 153-165, 2004.

WHITING, S. D. *et al.* Blood chemistry reference values for two ecologically distinct populations of foraging green turtles, eastern Indian Ocean. **Comparative Clinical Pathology**, v. 16, p. 109-118, 2007.

WILDERMANN, N. E. *et al.* Informing research priorities for immature sea turtles through expert elicitation. **Endangered Species Research**, v. 37, n. 15, p. 55-76, 2018.

WILSON, E. G. *et al.* **Why healthy oceans need sea turtles:** the importance of sea turtles to marine ecosystems. Washington, DC: Oceana, 2010.

WINDELL, J.; BOWEN, S. Methods for study of fish diets based on analysis of stomach contents. **IBP Handbook (IBP)**. v. 15, n. 3, p. 229-226, 1978.

WITHERINGTON, B. E. Ecology of neonate loggerhead turtles inhabiting lines of downwelling near a Gulf Stream front. **Marine Biology**, v. 140, n. 15, p. 843-853, 2002.

WITZELL, W. N.; TEAS, W. G. **The impacts of anthropogenic debris on marine turtles in the Western North Atlantic Ocean.** Miami, FL: NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 1994.

WORK, T. M. *et al.* Retrospective pathology survey of green turtles *Chelonia mydas* with fibropapillomatosis in the Hawaiian Islands, 1993–2003. **Diseases of aquatic organisms**, v. 62, n. 1-2, p. 163-176, 2004.

WYNEKEN, J. **The Anatomy of Sea Turtles.** Miami, FL: Department of Commerce NOAA Technical, 2001.

YANN, B. *et al.* Evolution of Corsican pocket beaches. **Journal of Coastal Research**, v. 70, n. 2, p. 96-101, 2014.

ZARDOYA, R.; MEYER, A. The evolutionary position of turtles revised. **Naturwissenschaften**, v. 88, n. 5, p. 193-200, 2001.

ZUG, G. R.; VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology:** An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 2a. ed. Walla Walla, USA: Academic Press, 2001.

ZUNDT, C. Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação da rede urbana regional e metropolização. *In*: CUNHA, J. M. P. *et al.* **Expansão Metropolitana, Mobilidade espacial e segregação nos anos 90**. Campinas: Núcleo de Estudos de População, Universidade Estadual de Campinas, 2006. p. 305-363.