

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA**

JANAINA LEITE DE SOUZA

**Caracterização da dieta e ingestão de resíduos antropogênicos pela
tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC,
Brasil**

**Piracicaba
2019**

JANAINA LEITE DE SOUZA

**Caracterização da dieta e ingestão de resíduos antropogênicos pela
tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC,
Brasil**

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

**Dissertação apresentada ao Centro de Energia
Nuclear na Agricultura da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Mestre em
Ciências**

**Área de Concentração: Química na Agricultura e
no Ambiente**

**Orientador: Prof. Dr. Plinio Barbosa de
Camargo**

**Piracicaba
2019**

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Souza, Janaina Leite

Caracterização da dieta e ingestão de resíduos antropogênicos pela tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC / Janaina Leite de Souza, orientador Plínio Barbosa de Camargo. - - Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

88 p. : il.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Algas marinhas 2. Carbono 3. Ecologia marinha 4. Ecossistemas de água salgada 5. Embalagens plásticas 6. Isótopos estáveis 7. Nitrogênio 8. Plásticos 9. Resíduos sólidos 10. Tartaruga aquática 11. Trato gastrointestinal I. Título

CDU (628.4.043 + 621.039.8): 591.131.1

Elaborada por:

Marília Ribeiro Garcia Henyei

CRB-8/3631

Resolução CFB Nº 184 de 29 de setembro de 2017

A meus pais, meus maiores exemplo de força e de amor,
por terem me dado à oportunidade de estudar,
e por terem batalhado tanto para que eu estivesse onde estou agora.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente e eternamente, aos meus pais, meus heróis, meus guias, meus mestres, meus grandes amigos. O amor que eles me deram e me dão, o respeito que eles me ensinam, a amizade que temos e nossa união me movimentam todos os dias. Agradeço também ao meu pequeno grande “branco azedo”, meu irmão-filho, por ser o melhor e mais amado tato do mundo! Vocês são o motivo da minha felicidade diária e paz, e agradeço a Deus todos os dias por ter o privilégio de ter uma família como vocês. Que sorte a minha, em um universo tão grande e cheio de possibilidades, poder estar com vocês aqui e agora. Se hoje sou capaz de amar, é por que vocês me ensinaram isso. Eternamente, amo muito vocês.

Agradeço imensamente aos meus avós, por terem a linda mania de me fazer sentir amada todo dia. Toda vez que nos encontramos eles me lembram do quanto se orgulham de mim. Eles me criaram por muitos anos, foram pais e mães (e continuam sendo), e cuidam de mim até hoje, mesmo sendo minha vez de cuidar deles. Eu amo vocês por cada segundo. Queria tê-los para sempre comigo!

Agradeço ao meu namorado/companheiro, que também é meu grande amigo, por estar nessa caminhada comigo, me impulsionando, me apoiando e acreditando em mim! Te amo muito, Amor!

Agradeço imensamente aos meus amigos do Laboratório de Ecologia Isotópica, por terem me dado à oportunidade de trabalhar com o que eu amo, por terem acreditado em mim e por terem me ensinado tanto sobre excelência acadêmica, amizade, risadas, almoços deliciosos, cafés da manhã com assuntos inapropriados para o horário, happy hours, danças estranhas e campos incríveis. Gostaria de, especialmente, agradecer quatro grandes amigos. Tacy, por ser mais do que uma amiga por todos esses anos: ser uma mãe/irmã!; ao meu pai adotivo do laboratório, Edmar, por cuidar de mim enquanto eu estava longe da minha família; às minhas queridas Pleta e Grazy, por terem sido minhas confidentes e minhas amigas nas horas felizes e não tão felizes! Vocês todos moram no meu coração.

Agradeço ao meu orientador, Plínio, e ao Zebu, por estarem comigo nessa jornada, me impulsionando a dar meu melhor, me ensinando a fazer pesquisa de qualidade, e me mostrando que um local de trabalho sério também pode ser um Lar. Obrigada por tudo! Foi uma oportunidade ímpar poder trabalhar ao lado de pesquisadores tão conceituados e seres humanos incríveis como vocês.

Agradeço aos meus amigos da bicholândia, especialmente à Lu Mulero e ao Salmão, por estarem comigo desde a iniciação científica, me ajudando, me ensinando, sendo meus amigos e sendo exemplos de pesquisadores e professores. Graças a vocês dois eu pude começar a trabalhar com o que amo, e cheguei até onde estou graças às portas que vocês abriram!

Agradeço também ao Projeto TAMAR por, mais uma vez, permitir com que eu realizasse minha pesquisa com tanto amparo e seriedade. Agradeço especialmente ao Lorde e ao Bruno Amir por sempre estarem ao meu lado e me ensinarem tanto. Agradeço ao Maurão, ao Fabinho, ao Lucas, ao Mário e a tantos outros das bases de Ubatuba e Florianópolis! Vocês são pessoas ímpares!

Agradeço também a minha co-orientadora de coração e ação! Ela é uma pesquisadora incrível, além de ter um coração enorme, ser extremamente acessível, prestativa, amiga, e sabe estar sempre por perto mesmo fisicamente longe! Obrigada, Daph! Você mora no meu coração!

Agradeço ao doutorando Bruno Sandy por ter classificado com tanto cuidado e tanto profissionalismo todas as algas coletadas nos campos, bem como agradeço aos pós-doutorandos, Guilherme e Hélio, por terem me auxiliado imensamente com as análises de lixo. Gostaria de agradecer também às minhas colegas de laboratório e amigas, Gabizinha “do Pará” e Taís Reis, por terem me ajudado com as análises estatísticas de dieta com tanto zelo!

Por fim, agradeço ao CENA/USP e ao CNPq (Processo N° 130230/2017-0), pela oportunidade que tive de estudar e trabalhar em um local tão conceituado. Foi uma honra fazer parte desse núcleo de pesquisa sendo financiada por órgão de fomento de importância e representatividade nacional.

RESUMO

SOUZA, J. L. **Caracterização da dieta e ingestão de resíduos antropogênicos pela tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC, Brasil.** 2019. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) ocupa diferentes habitats, com alternância de recursos alimentares ao longo de seu desenvolvimento. Embora apresente hábitos preferencialmente herbívoros a partir da fase juvenil nerítica, a espécie possui grande plasticidade alimentar, ingerindo também matéria animal. O método de análise dos conteúdos do trato gastrointestinal em conjunto à aplicação de análises de isótopos estáveis de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ vem sendo amplamente utilizados na reconstrução da dieta de animais selvagens. O objetivo desse estudo foi determinar os padrões do consumo de alimentos por juvenis de *C. mydas* em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC, bem como identificar a presença materiais antropogênicos no trato gastrointestinal desses organismos. Para este fim, foram necropsiados 34 animais em Ubatuba e 38 em Florianópolis, todos com morte recente. A análise do trato gastrointestinal mostrou que as algas, especialmente *Sargassum* sp. e *Pterocladia* sp., compõem as maiores proporções de itens alimentares para os animais de ambas as regiões, embora também tenham sido encontradas conchas de moluscos (bivalves e gastrópodes), peixes, bicos de lula e material vegetal terrestre no trato gastrointestinal desses juvenis. A análise dos isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ revelou que os animais de Ubatuba apresentam maior variedade na assimilação de itens alimentares, de forma que os tecidos de alguns animais refletiam mais matéria animal ou vegetal. Em contrapartida, os animais de Florianópolis assimilaram mais de 95% de matéria vegetal em seus tecidos, com pouca representatividade de matéria animal. A preferência alimentar de tartarugas-verdes por algas e fanerógamas as tornam mais propensas à ingestão de plásticos. Em Florianópolis, 86.8% dos animais apresentaram material antropogênico, e em Ubatuba essa porcentagem foi de 32.4%. Apesar da presença de corda, linha de pesca, borracha, isopor e espuma, o plástico transparente foi o lixo encontrado em maiores proporções. Em Ubatuba, 72.7% dos animais ingeriram itens advindos de plásticos, enquanto em Florianópolis esses itens estavam presentes em 93.9% dos animais.

Palavras-chave: Ecologia alimentar. Isótopos estáveis. Conteúdo alimentar. Lixo

ABSTRACT

SOUZA, J. L. **Characterization of diet and ingestion of anthropogenic residues by the green turtle (*Chelonia mydas*) in Ubatuba-SP and Florianópolis-SC, Brazil.** 2019. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

The green sea turtle (*Chelonia mydas*) occupies different habitats alternating food resources throughout its development. Although it presents preferential herbivorous habits on its neritic juvenile stage, the species has great digestive plasticity, also ingesting animal matter. Although effective, the foraging strategy of sea turtles implies a great risk of garbage ingestion. The method of analysis of the contents of the gastrointestinal tract and the application of stable isotope analyzes of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ has been widely used in the reconstruction of the wild animals' diet. The objective of this study was to determine the patterns of food intake by juveniles *C. mydas* in Ubatuba-SP and Florianópolis-SC, as well as to identify the presence of anthropogenic materials in the gastrointestinal tract of these organisms. Thirty-four animals were necropsied in Ubatuba and 38 in Florianópolis, all with recent death. Analysis of the gastrointestinal tract showed that algae, especially *Sargassum* sp. and *Pterocladia* sp., made up the largest proportions of food items for the animals of both regions, although mollusk shells (bivalves and gastropods), fish, squid beaks and terrestrial plant material were also found in the gastrointestinal tract of these neritic juveniles. Analysis of the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ isotopes revealed that the animals of Ubatuba showed greater variety in the assimilation of food items, so that the tissues of some animals reflected more animal or plant matter. However, the animals of Florianópolis assimilated more than 95% of plant matter in their tissues, with little representation of animal matter. The green turtles' preference for algae and phanerogams makes them more prone to ingest plastics. In Florianópolis, 86.8% of the animals presented anthropogenic material, and in Ubatuba this percentage was 32.4%. Despite the presence of rope, fishing line, rubber, Styrofoam and foam, the transparent plastic was the garbage found in larger proportions. In Ubatuba, 72.7% of the animals ingested items from plastics, while in Florianópolis these items were present in 93.9% of the animals.

Keywords: Food ecology. Stable isotopes. Food content. Debris.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1. DESENVOLVIMENTO.....	16
1.1.Ecologia Alimentar da <i>Chelonia mydas</i>	16
1.2.Ingestão de resíduos antropogênicos por <i>Chelonia mydas</i>	18
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.1 Área de Estudo	21
2.2 Coletas	22
2.3 Técnicas utilizadas.....	26
2.3.1 Trato gastrointestinal	26
2.3.2 Isótopos estáveis	27
2.3.3 Material antropogênico.....	31
3. RESULTADOS	33
3.1 Trato gastrointestinal	33
3.2 Isótopos estáveis	39
3.3 Material antropogênico.....	51
4. DISCUSSÃO	57
4.1 Trato gastrointestinal	57
4.2 Isótopos estáveis	64
4.3 Material antropogênico.....	69
5. CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS.....	76

INTRODUÇÃO

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*, Linnaeus, 1758) é uma espécie de quelônio que apresenta ampla distribuição geográfica, vivendo, dependendo da fase de vida, em ambientes costeiros e oceânicos temperados e tropicais ao longo do globo terrestre (HIRTH, 1997; LEMONS et al., 2011). A espécie possui uma distribuição mundial cosmopolita, frequentando toda a costa brasileira (SANCHES, 1999). As áreas de alimentação, sobretudo de indivíduos em estágio juvenil, se distribuem ao longo de toda a costa, inclusive com recaptura de espécimes de diferentes estoques genéticos. Estudos em diferentes áreas de forrageio evidenciaram a presença de haplótipos de diversas localidades, incluindo Atol das Rocas, Ilha da Trindade, Ilha de Ascension, África, México, Costa Rica e Suriname (NARO-MACIEL et al., 2007).

A tartaruga-verde é atualmente classificada como “Em Perigo” (EN), segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature – IUCN, 2016) e como “Vulnerável” (VU), segundo o Ministério do Meio Ambiente do Brasil cita no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (2018). O uso direto das fêmeas para alimentação, o consumo dos ovos e a captura intencional na pesca provocaram a depleção de diversas populações de tartarugas marinhas no passado (SEMINOFF, 2004; YALÇIN-OZDILEK; YERL, 2006). Atualmente, apesar de protegidas, as tartarugas marinhas ainda se encontram ameaçadas devido à captura incidental em pescarias artesanais e oceânicas, à ingestão de resíduos antropogênicos, ocupação desordenada e crescente da faixa litorânea e degradação de habitats (HAMANN et al., 2010; SCHUYLER et al., 2014).

De forma geral, filhotes e juvenis oceânicos (< 25 cm de comprimento curvilíneo de carapaça) permanecem em águas oceânicas, com uma alimentação basicamente onívora, porém com maior ingestão de matéria animal (BJORNDAL, 1997; JONES; SEMINOFF, 2013). Após a fase oceânica, indivíduos juvenis de *C. mydas* passam a ocupar áreas mais costeiras, onde desenvolvem uma alimentação tipicamente herbívora, mantida até a idade adulta (BJORNDAL, 1997; LENZ et al., 2013). Esta mudança de habitat e a substituição dos recursos alimentares foram descritas na literatura como abruptas e irreversíveis para algumas regiões (BJORNDAL, 1997; REICH et al., 2007; ARTHUR et al., 2008). No entanto, pesquisas recentes revelaram diferenças regionais no tempo desse processo (CARDONA et al., 2010), com diferentes níveis de onivoria após o recrutamento (CARDONA et al., 2009; LEMONS et al., 2011; MORAIS et al., 2012; REISSER et al., 2013; SANTOS, 2014;

CARMAN et al., 2014; MORAIS et al., 2014) e a persistência de uma dieta com matéria animal em adultos que se alimentam em mar aberto ao longo da vida (HATASE et al., 2006; KELEZ, 2011; PARKER et al., 2011). No Sul do Brasil, estudos com análise de conteúdo gástrico de *C. mydas* juvenis e da observação direta dos indivíduos, evidenciaram a predominância de uma dieta onívora, porém, com aumento na abundância relativa de material vegetal conforme o crescimento dos animais (NAGAOKA et al., 2012; REISSER et al., 2013; MORAIS et al., 2014).

De forma geral, tartarugas marinhas são particularmente vulneráveis à poluição por plásticos, especialmente enquanto filhotes e na fase juvenil oceânica, quando se alimentam basicamente na superfície d'água, onde tendem a se associar às agregações de algas flutuantes e resíduos sólidos em áreas de convergência (WITHERINGTON et al., 2012; SCHUYLER et al., 2014). Indivíduos nesta fase de vida apresentam maior risco de morte por ingestão de resíduos, devido ao seu tamanho reduzido e, portanto, trato gastrointestinal menos robusto (BOYLE, 2006; SCHUYLER et al., 2012). Apesar de potencialmente filhotes e juvenis oceânicos apresentarem maior vulnerabilidade, os dados ainda são deficientes, uma vez que grande parte das pesquisas se baseia em encalhes, e estes animais dificilmente chegam à costa (KOCH et al., 2013).

Tartarugas-verdes, a partir da fase nerítica, são amplamente herbívoras e sua preferência por algas e fanerógamas as tornam mais propensas à ingestão de plásticos transparentes, que se assemelham ou se confundem aos itens de sua dieta (NELMS et al., 2015).

O método de análise do conteúdo do trato gastrointestinal destes animais tem sido tradicionalmente utilizado em estudos ecológicos, visando o conhecimento da dieta de diferentes espécies. Apesar de fornecerem informações valiosas sobre a dieta recente destes animais, este método apresenta limitações ligadas a superestimativa de itens com estruturas rígidas e de difícil digestão e subestimativa de itens de digestão mais rápida (BULTÉ et al., 2008). Além disso, esta análise pode considerar itens alimentares ingeridos acidentalmente pelos indivíduos, de forma a não fazer parte de suas dietas regulares. Neste contexto, a aplicação de análises de isótopos estáveis na reconstrução da dieta de animais marinhos vem apresentando destaque nas últimas décadas (BOECKLEN et al., 2011).

A base da utilização das análises dos isótopos estáveis reside no fato da composição isotópica variar de forma previsível conforme o elemento circula na natureza (MARTINELLI et al., 2009) e na característica dos tecidos animais refletirem a composição isotópica dos alimentos assimilados (DENIRO; EPSTEIN, 1978; 1981; CRAWFORD et al., 2008).

A razão do isótopo do carbono ($\delta^{13}\text{C}$) é amplamente utilizada para diferenciar fontes de carbono da dieta (PETERSON; FRY, 1987; FRY, 2006) e a razão do isótopo de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), para determinar o nível trófico de um organismo, devido ao aumento progressivo do $\delta^{15}\text{N}$ da base ao topo da cadeia alimentar (MINIWAGA; WADA, 1984). A análise dos isótopos estáveis é capaz de fornecer informações importantes sobre as contribuições proporcionais dos diversos itens alimentares, ou seja, a dieta efetivamente incorporada pelo organismo (DENIRO; EPSTEIN, 1978; 1981) ao longo de um período. Os resultados obtidos por esta metodologia também podem propiciar a identificação de diferenças na utilização dos recursos alimentares em diferentes escalas temporais devido a diferenças nas taxas de reposição (*turnover* isotópico) dos diferentes tecidos, que podem variar de dias a meses, em casos extremos (DALERUM; ANGERBJÖRN, 2005).

O objetivo geral deste estudo foi determinar os padrões do consumo de alimentos por *C. mydas* nos municípios brasileiros de Ubatuba, em São Paulo, e Florianópolis, em Santa Catarina, visando elucidar as funções ecológicas desempenhadas pela espécie nas duas regiões. Além disso, objetivou-se determinar os impactos antrópicos da ingestão de resíduos sólidos por estes organismos. Nesse sentido, os objetivos específicos foram:

1. Determinar a dieta de *C. mydas* por meio da análise do conteúdo do trato gastrointestinal;
2. Determinar a contribuição isotópica dos diferentes itens alimentares na dieta de *C. mydas* por meio da análise dos isótopos estáveis de carbono e nitrogênio;
3. Comparar os resultados obtidos por estas duas metodologias complementares, avaliando possíveis variações geográficas e sexuais;
4. Identificar a presença de resíduos sólidos no trato gastrointestinal das *C. mydas* juvenis, de forma a quantificá-los (em número de itens), pesá-los e separá-los por tipo de material e coloração;
5. Comparar os resultados referentes à ingestão de resíduos obtidos para as áreas de Ubatuba (SP) e Florianópolis (SC), avaliando possíveis variações geográficas.

1. DESENVOLVIMENTO

1.1. Ecologia Alimentar da *Chelonia mydas*

As tartarugas marinhas desempenham papéis importantes no ecossistema marinho, de forma que indivíduos de diferentes espécies afetam de forma única a diversidade marinha e o funcionamento dos oceanos. Esses animais ajudam na promoção do equilíbrio das cadeias alimentares, ocupando diferentes níveis tróficos. Além disso, sua pele e carapaça funcionam como substrato para a fixação de diferentes organismos sésseis, exercendo papel de dispersores de epibiontes, que servem de alimento para muitos animais (WILSON et al., 2010).

A tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) 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). Estes itens apresentam importância fundamental para os ambientes costeiros, pois têm elevada produção primária, capturam carbono da atmosfera, participam de reciclagem de nutrientes e são importantes fontes de alimento para diversos organismos, além de servirem como hábitat para diferentes espécies (DUARTE, 2002).

Além disso, por serem bioturbadores, as tartarugas marinhas afetam a estrutura do ambiente de forrageio e contribuem para a reciclagem de nutrientes (LAZAR et al, 2010).

O ciclo de vida da *C. mydas* é longo e complexo, envolvendo maturação tardia, alternância de habitats e de recursos alimentares (BOLTEN, 2003). Os filhotes recém-eclodidos seguem em direção à zona oceânica, onde desenvolvem hábitos onívoros com grande participação de matéria animal em sua dieta (WITHERINGTON et al., 2012). Estudos evidenciaram a presença de moluscos e crustáceos epipelágicos (por exemplo, Cirripedia e Amphipoda), hidrozoários, *Sargassum* sp. e ovos de peixes, além de uma enorme quantidade de itens sintéticos, como plásticos, fios de náilon e balões (WITHERINGTON, 1998; RICHARDSON; MCGILLIVARY, 2001). Após recrutarem para a zona nerítica, os juvenis de *C. mydas* tornam-se preferencialmente herbívoros, explorando algas ou fanerógamas (grama marinha; BJORN DAL, 1997; BRAND-GARDNER et al., 1999; MORAN, BJORN DAL, 2005; GAMA et al., 2016; VÉLEZ-RUBIO et al., 2016; EDRIS et al., 2018). Segundo Lenz (2013), os indivíduos de *C. mydas* registrados no litoral do Paraná (Atlântico Sul do Brasil) são juvenis, com CCC variando entre 30,6 e 62 cm e idade estimada entre 2 e 13 anos, sendo a maior parte dos indivíduos com idades entre 3 e 7 anos.

A autora infere que as menores *C. mydas* encontradas no sul do Brasil estão em um estágio de recrutamento do ambiente pelágico para o ambiente nerítico, o que parece ocorrer entre 2 e 7 anos, ao atingirem cerca de 30–40 cm de comprimento curvilíneo de carapaça.

Cardona et al. (2009) afirmam que o tempo da mudança ontogênica na alimentação e o grau de onivoria são extremamente variáveis entre os indivíduos de *C. mydas*, de forma que o recrutamento para ambiente nerítico e a alternância para uma alimentação herbívora não são, necessariamente, processos simultâneos e obrigatórios. A ecologia alimentar da espécie vai ser influenciada pela fisiologia do animal, pela disponibilidade do alimento e pela variação regional (WHELAN; SCHMIDT, 2007). Portanto, como cada indivíduo possui necessidades nutricionais específicas e, como o tipo de alimentação também depende do local de forrageio, organismos da mesma espécie podem ter uma dieta distinta em diferentes locais do globo (BUGONI et al., 2003; FUENTES et al., 2006; CARMAN et al., 2014). Além disso, Nagaoka et al. (2012) afirmam que até mesmo em habitats similares existe uma grande variabilidade intraespecífica no tipo de dieta. Dessa forma, mesmo tendo-se uma estimativa do momento da mudança no hábito alimentar desses animais, é provável que haja variação entre as populações e até mesmo entre os indivíduos de uma mesma população.

As diferentes populações de *C. mydas* apresentam uma substancial variação na contribuição de algas, grama marinha (MORTIMER, 1982; GARNETT et al., 1985; BJORN DAL et al., 1991), invertebrados e vertebrados (SEMINOFF et al., 2002; NAKASHIMA, 2008; REISSER et al., 2013) na alimentação. Mortimer (1982) e Bjordal (1997) afirmam que a microflora do trato gastrointestinal influencia na seleção da dieta do animal, de forma que as tartarugas juvenis devem desenvolver uma microflora específica para a digestão eficiente de algas ou de grama marinha. Entretanto, quando o alimento é limitado e sua busca despense grande quantidade de energia, o animal pode se alimentar de outros itens, uma vez que os custos da busca pelo seu alimento específico podem ser muito altos (BJORN DAL, 1997).

Apesar da dieta majoritariamente herbívora, juvenis neríticos de *C. mydas* podem alternar extensos períodos de pastejo com períodos de uma dieta carnívora (HATASE et al., 2006), talvez pelo fato das comunidades de microrganismos no trato gastrointestinal das tartarugas jovens ainda não estarem completamente desenvolvidas e especializadas (BJORN DAL, 1980; 1985), bem como por uma necessidade por vitaminas, minerais e aminoácidos essenciais que podem não ser adquiridos numa dieta estritamente herbívora (BJORN DAL, 1985). Além disso, animais juvenis podem ser oportunistas, ingerindo matéria animal caso as algas e/ou fanerógamas sejam insuficientes na região de forrageio

(SANTOS, 2014). Devido a todos os fatores apresentados, muitos autores reconhecem, atualmente, que os animais juvenis são onívoros (BUGONI et al., 2003; CARDONA et al., 2009; LEMONS et al., 2011; MORAIS et al., 2012; REISSER et al., 2013; SANTOS, 2014; CARMAN et al., 2014; MORAIS et al., 2014), e não estritamente herbívoros.

1.2. Ingestão de resíduos antropogênicos por *Chelonia mydas*

O crescimento da população mundial nas últimas décadas tem aumentado a demanda por recursos alimentares; dentre eles, aqueles originados de atividades pesqueiras (GODFRAY et al., 2010). A sobrepesca e a falta de gestão pesqueira vêm causando o colapso de diversos estoques, além de um enorme impacto sobre a biodiversidade costeira e oceânica. A captura incidental das tartarugas marinhas em diferentes petrechos de pesca é uma das maiores ameaças antrópicas para a sobrevivência desses animais (GALLO et al., 2006). Ao se emalharem, as tartarugas lutam por horas, na tentativa de se verem livres do petrecho, entretanto, na maior parte das vezes, se ferem e acabam indo a óbito por afogamento ou debilidade (MARCOVALDI et al., 2005). Além disso, muitos animais são atraídos ou se emalham acidentalmente em redes, armadilhas, cordas e linhas monofilamentosas, descartadas ou perdidas no ambiente marinho. A “pesca fantasma”, nome dado aos petrechos descartados ou abandonados no ecossistema marinho (MEAGER; LIMPUS, 2012), é responsável pela morte de milhares de mamíferos, peixes, tartarugas e aves, todos os anos (GILARDI et al., 2010; GILMAN et al., 2010).

Paralelamente ao aumento populacional, a geração de lixo vem crescendo exponencialmente, podendo atingir 6 milhões de toneladas por dia em 2025 (HOORNWEG et al., 2013). Grande parte destes resíduos são plásticos, polímeros orgânicos sintéticos altamente utilizados devido a sua versatilidade e durabilidade (THOMPSON et al., 2009).

O uso insustentável do plástico impacta grandemente o meio ambiente (HOPEWELL et al., 2009; HOORNWENG et al., 2013; SANTOS, 2014). O lixo no ambiente marinho é reconhecidamente um problema mundial, podendo alcançar o oceano através de várias fontes, seja por terra ou porque são jogados diretamente no mar. Mesmo sem eventos climáticos extremos, os processos físicos do oceano (vento, ondas, giros, gradientes de salinidade e correntes) desempenham um grande papel na área onde os detritos se acumulam no oceano e ao longo da costa (NOAA, 2014).

Além dos impactos visuais e estéticos negativos do lixo marinho, os resíduos sólidos podem prejudicar muitos táxons que vivem nos oceanos (NOAA, 2015). Muitos animais

podem ingerir o lixo diretamente ou ficar emaranhados em resíduos plásticos e petrechos de pesca (GREGORY, 2009), ademais, o lixo pode agir como veículo para espécies invasoras (GOLDSTEIN et al., 2014), bem como pode contaminar cadeias alimentares, já que muitos resíduos químicos e contaminantes orgânicos estão presentes nos plásticos ingeridos pelos animais (FOSSI et al., 2012). A ingestão de resíduos antropogênicos pode ocorrer em quase todas as espécies de tartarugas marinhas e em diferentes estágios de vida (SCHUYLER et al., 2014; WITHERINGTON et al., 2012). Entretanto, como a maior parte do lixo possui fluutuabilidade positiva (DERRAIK, 2002), as espécies que forrageiam em áreas mais rasas e principalmente os animais filhotes e juvenis oceânicos estão mais susceptíveis à ingestão de resíduos sólidos (NELMS et al., 2015). Além disso, os animais jovens que se alimentam em áreas estuarinas também têm um alto risco de ingestão, já que os rios são uma das principais fontes de entrada de lixo nos oceanos (BARNES et al., 2009).

Embora ocorra uma ampla ingestão de lixo por diferentes espécies marinhas, a frequência de ocorrência de ingestão difere entre as localidades, e a quantidade de material ingerido varia entre indivíduos da mesma espécie que habitam as mesmas áreas (BJORNDAL et al., 1997). A ingestão de resíduos antropogênicos, principalmente plástico, é reportada em diversos táxons (ARAÚJO; SILVA-CAVALCANTI, 2016), além das tartarugas marinhas. Estudos revelam grandes quantidades de lixo em aves marinhas (RYAN, 1987; YOUNG et al., 2009; PROVENCHER et al., 2014), peixes (BOERGER et al., 2010; MARKIC et al., 2019), predadores oceânicos pelágicos (CLIFF et al., 2002; STEPHANIS et al., 2013) e invertebrados (MURRAY; COWIE, 2011; GOLDSTEIN; GOODWIN, 2013; MACALI et al., 2018).

A ingestão de resíduos sólidos, mesmo em pequenas quantidades, pode provocar a morte de tartarugas marinhas devido à obstrução do trato gastrointestinal (BJORNDAL, 1997). Uma análise feita em tartarugas marinhas com causa de óbito relacionada à ingestão de resíduos antropogênicos mostrou que a quantidade crítica de lixo necessária para causar a morte de um juvenil de *C. mydas* é de 0,5 g (SANTOS, 2014). A obstrução parcial ou total do trato gastrointestinal pode causar necrose, laceração e ulceração de mucosa, comprometendo a absorção de nutrientes, além de promover o acúmulo de gases que interferem na fluutuabilidade do animal no ambiente aquático (GEORGE, 1996). Todas estas alterações diminuem sua capacidade de se alimentar e de escapar de predadores, deixando-o mais suscetível a outros impactos. A presença do lixo no trato gastrointestinal do animal também tem efeitos negativos sobre a secreção das enzimas gástricas, prejudicando a absorção de

nutrientes e provocando perda de peso corporal (LANÇA et al., 1995), falsa sensação de saciedade e declínio nos níveis de glicose do sangue (SCHULMAN; LUTZ, 1995).

A ingestão de lixo por *C. mydas* tem aumentado com os passar dos anos (SCHUYLER et al., 2014), provavelmente pelo aumento da disponibilidade de lixo no oceano e, portanto, pelo aumento da chance de encontrar o lixo (SANTOS, 2014). A probabilidade da *C. mydas* ingerir lixo era de aproximadamente 30% em 1985 e, em 2012, essa proporção foi para 50%. (SCHUYLER et al., 2012). Por ser amplamente herbívora a partir da fase nerítica, a espécie se torna mais propensa à ingestão de plásticos que se assemelham ou se confundem aos itens de sua dieta (SCHUYLER et al., 2012; ROBERTSON et al., 2013). A ingestão também pode ocorrer acidentalmente, quando resíduos são ingeridos juntamente com o alimento, já que, dentre outros fatores, as gramas marinhas e algas das quais as *C. mydas* se alimentam podem acumular resíduos sólidos em suspensão (GUIMARÃES et al., 2007). Além disso, a presença de papilas queratinizadas no esôfago desses animais os impossibilita de regurgitar os resíduos (BUGONI et al., 2001; WYNEKEN; WITHERINGTON, 2001; WILCOX et al., 2017).

Os estudos mostram que as *C. mydas* ingerem grandes quantidades de plástico no oceano, principalmente itens mais flexíveis e de cor transparente (SCHUYLER et al., 2012; SANTOS, 2014; SCHUYLER et al., 2014; WILCOX et al., 2017). Por ser um animal que possui um sistema visual muito bem desenvolvido (FRITSCHES; WARRANT, 2013), as tartarugas marinhas são capazes de distinguir cores, de forma que o contraste e a luminosidade também podem interferir na percepção do item antropogênico por esse animal. Além disso, a ausência de papilas gustativas nas tartarugas marinhas (DE MELO, 2019), que impossibilita a detecção do tipo de alimento ingerido, também influencia no consumo do lixo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

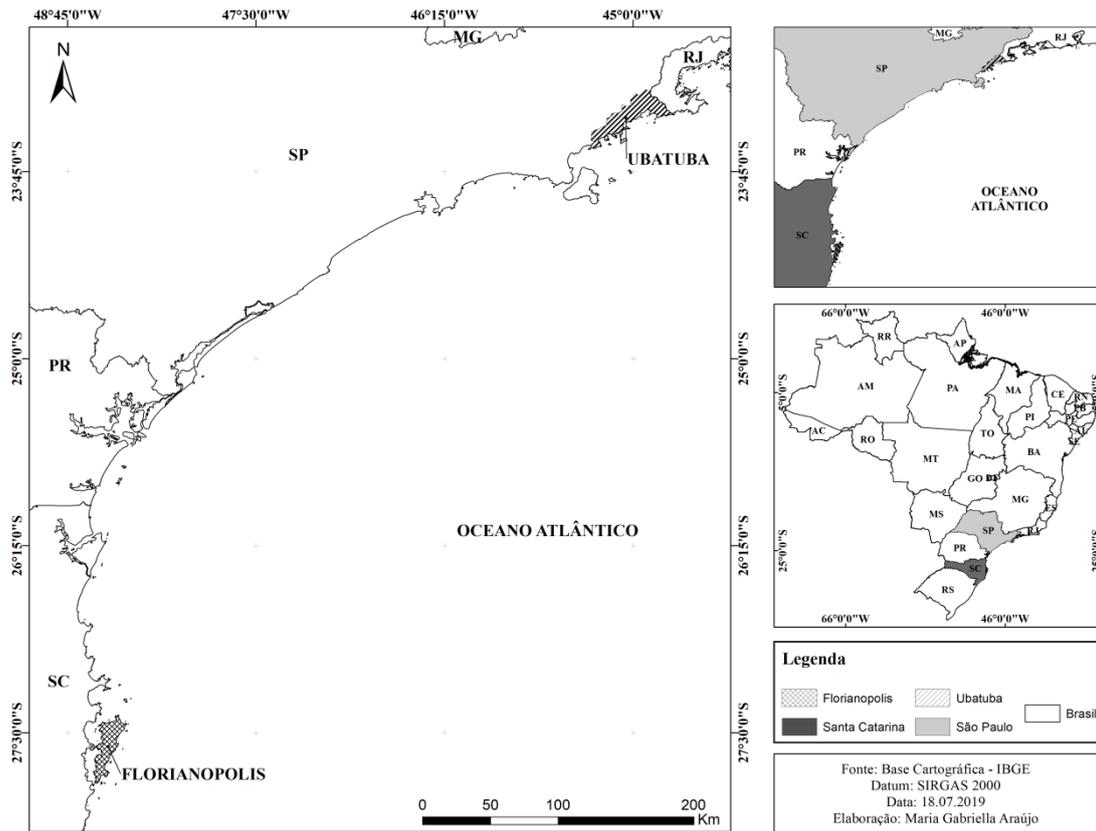
As áreas de estudo compreenderam as praias do município de Ubatuba (23°26'S – 45°04'O), localizado a 230 km da capital paulista, no litoral norte do estado de São Paulo, e o município de Florianópolis (27°35'49"S, 48°32'58"O), capital do estado de Santa Catarina, na região Sul do país, localizado a 490 km de São Paulo (Figura 1).

O clima da região de Ubatuba é classificado como Tropical (AF) de acordo com o sistema Köppen e Geiger, sendo que a região não possui estação de seca. A temperatura nos meses mais frios do ano situa-se em torno de 18°C e nos meses mais quentes em torno de 25,5°C. A precipitação média anual corresponde a 2552 mm (DCCM, 2019). No auge da temporada de férias, estima-se que a população humana possa chegar a um milhão de habitantes (FERREIRA et al., 2008). Além disso, o município de Ubatuba possui uma intensa atividade pesqueira voltada à pesca da tainha, do cação, da sardinha e do camarão (TIAGO et al., 1995; VIANNA; VALENTINI, 2004).

O clima de Florianópolis é classificado como subtropical úmido (Cfa) de acordo com o sistema Köppen e Geiger. Florianópolis é uma das três ilhas-capitais do Brasil, localizando-se no leste do estado de Santa Catarina, formado por 469.690 habitantes, sendo a capital brasileira com maior pontuação da taxa de escolarização e renda per capita (IBGE, 2019). A ilha, assim como a região de Ubatuba, é banhada pelo oceano Atlântico, sendo que a média das máximas dos meses mais quentes chega aos 28 °C, enquanto a média das mínimas dos meses mais frios fica em torno dos 13 °C. A temperatura média compensada anual é de cerca de 20 °C, classificando a região como a terceira capital mais fria do país (INMET, 2019). A ilha de Santa Catarina sofre muita influência dos ventos, e devido à proximidade do mar, a umidade do ar é relativamente elevada, com médias superiores a 80% e precipitação média anual de 1462 mm (DCCM, 2019). A economia de Florianópolis está concentrada no setor público, comércio (principalmente relativo à maricultura) e turismo. O cultivo de moluscos, ostras e mexilhões abrange 70% de todo o mercado brasileiro, caracterizando esse cultivo como provedor de grande renda à população local. A pesca artesanal, por sua vez, antes utilizada para gerar o sustento de muitas famílias, hoje está em declínio principalmente devido ao avanço na pesca industrial.

As regiões costeiras de Ubatuba e Florianópolis são importantes áreas de alimentação de tartarugas marinhas (MARCOVALDI et al., 2005; 2011), apresentando uma grande diversidade em flora marinha (BICUDO; MENEZES, 2010; LHULLIER, 2005).

Figura 1: Município de Ubatuba (litoral norte do estado de São Paulo) e de Florianópolis (litoral Sul do estado de Santa Catarina)



2.2. Coletas

Este estudo foi desenvolvido por meio de uma colaboração entre o Laboratório de Ecologia Isotópica (LEI) do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP) e a Fundação Pró-Tamar – Bases de Ubatuba e de Florianópolis.

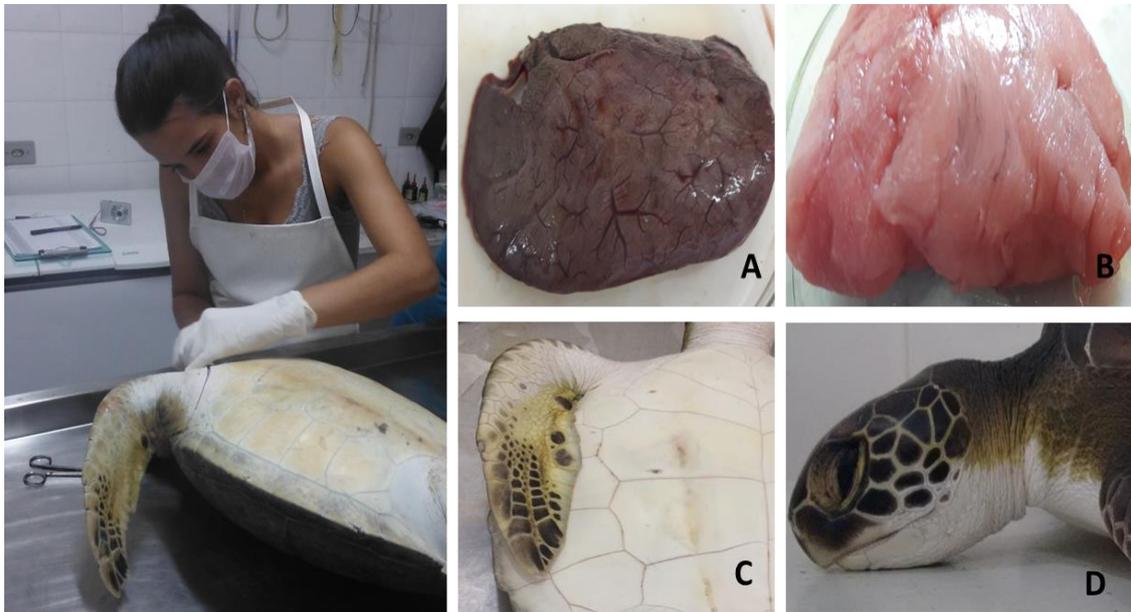
Foram estudados 34 animais que foram a óbito no centro de reabilitação da base de Ubatuba e 38 no centro de reabilitação da base de Florianópolis, entre os meses de outubro de 2016 e novembro de 2017. As tartarugas encontradas encalhadas foram entregues por meio do Programa de Monitoramento de Praias da Bacia de Santos (PMP-BS) e as capturadas

incidentalmente em pescarias artesanais foram entregues por pescadores parceiros. Todas as carcaças frescas foram necropsiadas imediatamente após a confirmação do óbito, sendo o conteúdo do trato gastrointestinal (Figura 2) armazenado em freezer -20°C para posterior triagem e análise. Além disso, foram coletados, com o auxílio de lâminas de bisturi e tesoura cirúrgica, os seguintes tecidos para a avaliação isotópica: fígado, músculo peitoral, garras das nadadeiras anteriores e epiderme da região do pescoço do animal (Figura 3). As amostras foram armazenadas em frascos individuais sem a utilização de produtos químicos, e foram congeladas em freezer -20°C até o processamento para as análises isotópicas. Posteriormente, as amostras foram lavadas com água destilada para eliminar fontes de impurezas e secas em estufa a 50°C por 72h. O material obtido foi então macerado com o auxílio de almofariz e pistilo e colocado em pequenas cápsulas de estanho. Por fim, para a avaliação da ingestão de lixo (Figura 2) foram coletados todos os fragmentos possíveis encontrados em toda porção do trato gastrointestinal dos animais. Os resíduos foram lavados, triados e secos em estufa a 60°C por 24 horas.

Figura 2: Conteúdo alimentar encontrado no esôfago e estômago de um juvenil nerítico de *Chelonia mydas* (esquerda) e resíduos sólidos antropogênicos misturados ao bolo fecal (fecaloma) no intestino delgado (direita)



Figura 3: Necropsia feita em juvenil nerítico de *Chelonia mydas*. Coleta de amostras de fígado (A), musculatura peitoral (B), garra da nadadeira anterior (C) e epiderme da região do pescoço (D)



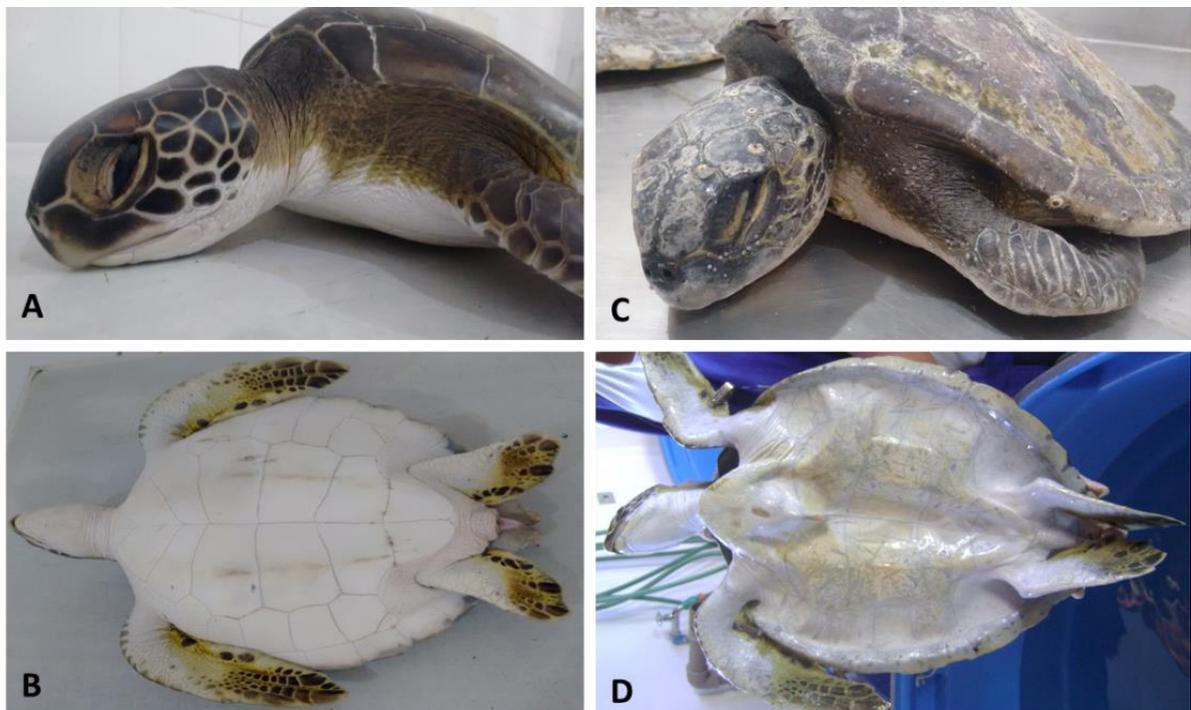
Devido à intensa atividade pesqueira na região, o município de Ubatuba-SP possui um grande número de animais que morrem afogados em redes de pesca e são levados para a base do TAMAR. Alguns animais que sofreram afogamento, mas permaneceram vivos, foram para a reabilitação para possível recuperação, mas muitos desses indivíduos morreram antes mesmo de receber qualquer tratamento veterinário. As redes de pesca foram frequentemente monitoradas pelos pescadores, garantindo que, quando houvesse falecimento do indivíduo, o tempo *post mortem* desses animais até o momento da necropsia não fosse longo.

O cerco fixo, modalidade de pesca que raramente causa afogamento e/ou morte das tartarugas marinhas, é uma das principais artes de pesca artesanal realizadas em Florianópolis-SC. Assim, diferentemente de Ubatuba, as necropsias feitas em Florianópolis não foram, majoritariamente, dos animais afogados. Nessa região, todos os animais encontrados encalhados foram levados até a base. Os animais que receberam tratamento veterinário e foram alimentados por sonda foram descartados da amostragem.

Juvenis de tartarugas marinhas podem ser definidos como indivíduos que ainda não atingiram sua maturidade sexual (MUSICK; LIMPUS, 1997). Neste estudo, foram considerados juvenis os indivíduos de *C. mydas* que apresentaram até 95 cm de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC), com base no tamanho mínimo de fêmeas em reprodução nas praias brasileiras (GROSSMAN et al., 2007).

Todos os juvenis neríticos encontrados tiveram suas medidas biométricas (comprimento curvilíneo de carapaça e largura máxima curvilínea de carapaça) e massa corpórea mensurados com auxílio de fita métrica e dinamômetro Pesola, respectivamente. Todos os animais necropsiados nas duas bases tiveram suas condições corpóreas analisadas por meio da caracterização de suas condições físicas. O índice corpóreo (IC) foi avaliado de forma subjetiva, com base na presença de tecido adiposo e musculatura desenvolvida (Figura 4). A condição corpórea foi considerada boa em animais com boa cobertura muscular e presença significativa de tecido adiposo junto ao plastrão; intermediária em animais com alguma perda de musculatura e quantidade reduzida de reservas adiposas; e por fim, ruim nos quadros de caquexia (i.e. magreza extrema e atrofia muscular) (FLINT et al., 2009). O sexo foi determinado a partir da análise das gônadas no momento da necropsia (WIBBELS et al., 2000; WYNEKEN et al., 2007).

Figura 4: Índice corpóreo (IC) de dois juvenis neríticos de *Chelonia mydas*. O animal com boa condição corpórea (A e B) apresentava reserva adequada de tecido adiposo, musculatura desenvolvida e plastrão em formato convexo. O animal caquético (C e D) apresentava plastrão côncavo, ausência de tecido adiposo e musculatura atrofiada



Por fim, em ambas as áreas de estudo, foram coletadas amostras de possíveis itens alimentares de juvenis de *C. mydas*. Por meio de mergulho livre, algas, moluscos bivalves e gastrópodes foram coletados nos costões rochosos próximos às praias e nos bancos de areia.

Amostras de lulas e de peixes foram cedidas por pescadores locais. Amostras de matéria vegetal terrestre também foram coletadas nos estuários e na mata próxima à praia. Todas as amostras foram congeladas em freezer -20° C para posterior classificação ao menor nível taxonômico possível e análise isotópica. Em seguida, os itens foram lavados com água destilada para eliminar fontes de impurezas e secos em estufa a 50°C por 72h. O material resultante, assim como realizado com os tecidos das *C. mydas*, foi macerado com o auxílio de almofariz e pistilo e colocado em pequenas cápsulas de estanho.

2.3. Técnicas utilizadas

2.3.1. Trato gastrointestinal

Os dados de dieta provenientes da análise do trato gastrointestinal foram considerados em termos de frequência de ocorrência (FO), porcentagem de volume (VP) e índice de importância relativa (IRI):

1. *Frequência de ocorrência* (FO) - número de tratos gastrointestinais que apresentaram determinado item alimentar, dividido pelo total de tratos gastrointestinais que possuíam alimento. Essa medida foi multiplicada por 100 de forma a facilitar a apresentação e compreensão dos resultados. Os itens apresentaram um valor de 0 quando não ocorreram em nenhum trato gastrointestinal e de 100 quando ocorreram em todos os tratos gastrointestinais amostrados;

2. *Porcentagem de volume* (VP) - proporção do volume de cada item alimentar em relação ao volume total de todas as categorias encontradas nos tratos gastrointestinais. Os volumes foram determinados pelo deslocamento de água em proveta;

3. *Índice de importância relativa* (IRI) (HYSLOP, 1980) adaptado (BJORNDAL et al., 1997), determinado por:

$$IRI = 100 (F_i V_i) / \sum_{i=1}^n F_i V_i,$$

onde F é a porcentagem de frequência de ocorrência, V é a porcentagem de volume e n é o número de categorias da dieta.

A Frequência de Ocorrência (FO) avalia quantos animais do grupo ingeriram determinado item, mas não o volume (Porcentagem de Volume- VP) em que esse item foi ingerido. Assim, analisar apenas o FO ou o VP poderia relativizar os dados. Por exemplo: vários animais poderiam ter ingerido *Sargassum* sp. em um volume baixo. Por outro lado, apenas um animal poderia ter ingerido *Jania* sp. em uma grande quantidade. Analisando apenas o FO, *Sargassum* sp. seria um item alimentar importante para o grupo, mas levando em conta o VP, *Jania* sp. seria mais importante para o grupo do que *Sargassum* sp. Dessa forma, para analisar a ingestão de itens alimentares pelo grupo de animais de Ubatuba e Florianópolis, o Índice de Importância Relativa (IRI) foi avaliado, já que compila tanto os valores de FO quanto os de VP, apresentando dados mais completos para o grupo de animais amostrados. Os dados de FO e VP foram mencionados quando desejou-se tratar de itens que, apesar de não serem tão relevantes ao grupo, tiveram grande importância para alguns animais. Essa análise também fez-se importante, pois quando tratamos dos indivíduos de uma população nem todos utilizam o mesmo subconjunto de recursos alimentares, já que o grau de especialização individual em *C. mydas* pode variar segundo o estágio da vida, localidade e necessidades nutricionais (VANDER ZANDEN et al., 2013).

2.3.2. Isótopos estáveis

As composições isotópicas de carbono e nitrogênio foram determinadas pela combustão da amostra por CF-IRMS em um analisador elementar Carlo Erba (CHN-1110) acoplado ao espectrômetro de massa Delta Plus, no LEI-CENA/USP. O cálculo da composição isotópica do carbono e nitrogênio foi realizado por meio da equação:

$$\delta^{13}\text{C}\text{‰ ou } \delta^{15}\text{N}\text{‰} = \left(\frac{R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}}}{R_{\text{padrão}}} \right) * 1000$$

onde R é a razão molar $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ na amostra e no padrão, sendo os resultados representados em delta (δ) por mil (‰). Os padrões usados para o carbono e nitrogênio foram Pee-DeeBelemnite (PDB) e o ar atmosférico (AIR), respectivamente. O erro analítico das medidas isotópicas foi estimado por meio de medidas repetidas do padrão interno (sugarcane).

A partir das composições dos isótopos de carbono e nitrogênio dos tecidos de juvenis de *C. mydas*, foi realizado o teste Shapiro para verificar a normalidade e homogeneidade de variância dos dados. Em seguida, para analisar a diferença na composição isotópica entre os tecidos, o teste Kruskal foi realizado para dados não paramétricos e o teste de Mann Whitney-*U* foi utilizado como teste de pós-hoc.

A área da elipse padrão engloba aproximadamente 40% da variabilidade dos dados e foi escolhida por ser robusta em relação à variação no tamanho amostral permitindo comparações entre os tecidos das duas áreas independentemente do número de componentes. A abordagem Bayesiana também foi usada neste caso para estimar distribuições posteriores de SEAs levando em consideração as incertezas do processo amostral. A sobreposição entre as SEAs corrigidas foi usada como a medida de partição de nicho isotópico entre as regiões comparando cada tecido. Estas análises foram realizadas no pacote SIBER (Stable Isotope Bayesian Ellipses in R) no Programa R. A normalidade dos dados foi testada com o teste Shapiro-Wilk multivariado e graficamente com quantil-quantil no programa R (R CORE TEAM, 2016).

Utilizando-se as composições dos isótopos de carbono e nitrogênio dos tecidos de juvenis de *C. mydas* e dos itens alimentares, foram estimadas as contribuições isotópicas de cada categoria alimentar na dieta da espécie por meio do modelo de mistura MIXSiar (PARNELL et al., 2010). No momento da amostragem em campo, algas dos mais variados gêneros foram coletadas em diferentes praias das áreas de estudo. Todas as algas foram coletadas em ambiente nerítico, nos costões rochosos próximos à faixa da areia. Foram coletados gêneros de algas que não são ingeridos pelas tartarugas, bem como algas que se tem registro de ingestão, segundo trabalhos de dieta de *C. mydas* já publicados (FERREIRA, 1968; BJORN DAL, 1980; SEMINOFF et al., 2002; BUGONI et al., 2003; ARTHUR et al., 2008; CARDONA et al., 2009; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; CARMAN et al., 2014; GILLIS, 2018).

Entretanto, ao analisar os dados das algas foi constatado que a variação dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ era muito alta, o que poderia trazer dificuldades para a análise da composição da dieta da *C. mydas*. Fry (2006) discorre sobre a importância de amostrar todos os itens daquilo que o animal efetivamente se alimenta, evitando coletar itens em excesso para não dificultar as análises futuras. Dessa forma, com o intuito de viabilizar a análise da composição da dieta das *C. mydas*, foram utilizadas somente as algas que se tem registro de ingestão em artigos e com base nos dados encontrados nesse trabalho durante a triagem dos conteúdos do trato gastrointestinal. Todas as algas que foram encontradas em grande FO ou VP foram analisadas.

A amostragem direta do conteúdo gastrointestinal frequentemente funciona por estar amostrando o que o organismo possivelmente escolheu ingerir, e não apenas algum item alimentar potencial (GREY et al., 2002; FRY, 2006), mas também pode ser falha quando um item alimentar tem rápida absorção e, por isso, não é encontrado na triagem.

Além das algas, outros itens alimentares explorados pela *C. mydas* também foram coletados: amostras de moluscos (bivalves, gastrópodes e lulas), peixes (espécies descartadas pelos pescadores após pesca e espécies que são fornecidos para as tartarugas nas bases do projeto TAMAR, dependendo da época do ano- corvina, tainha, papa terra, carapeva, espada e sardinha) e material vegetal terrestre (folhas, frutos e propágulos de mangue). Apesar de corais, esponjas, crustáceos e grama marinha serem itens que geralmente podem ser encontrados nos conteúdos estomacais de *C. mydas*, estes não estavam presentes em nenhum dos animais analisados em ambas as regiões. Por esse motivo, esses itens não foram coletados e, portanto, não foram utilizados nas análises isotópicas. Phillips e Gregg (2003) afirmam que, para as análises da composição isotópica da dieta, todas as fontes alimentares devem ser incluídas na análise. Segundo os autores, a exclusão de uma fonte de alimento poderá distorcer as proporções das outras fontes, o que poderá resultar na combinação das fontes incluídas não ser consistente com a composição isotópica do consumidor. Entretanto, quando há um número excessivo de fontes, o que impede o modelo de determinar suas proporções na dieta, é possível combinar essas fontes, desde que elas tenham alguma combinação lógica e algum significado biológico (PHILLIPS et al., 2005). Além disso, segundo Phillips (2012) quanto mais distintas as fontes são umas das outras, mais precisamente o modelo de mistura (MIXSIAR) é capaz de estimar as proporções dessas fontes na dieta.

Os modelos de mistura usando valores de “n” traçadores podem determinar as proporções da dieta para “n + 1 fontes” de alimentos diferentes (PHILLIPS, 2012). Logo, por utilizar dois traçadores diferentes nas análises (n= 2: $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$), o ideal é que fossem utilizadas 3 fontes de alimento (n+1=3). Foram selecionados 3 itens alimentares para Ubatuba (algas, moluscos bivalves/gastrópodes e peixes) e 3 itens alimentares para Florianópolis (algas, lulas e peixes). Apesar da lula também ser classificada como molusco, o valor de composição isotópica foi bem diferente daquele encontrado para moluscos bivalves e gastrópodes (que, no caso, tiveram composições isotópicas muito semelhantes e, por isso, foram agrupados). Além disso, a lula não foi considerada como a classe “molusco”, pois essa classe de item alimentar foi escolhida para caracterizar os itens ingeridos pelos animais de Ubatuba que, apesar de apresentarem muitas conchas, não possuíam bico de cefalópodes no trato gastrointestinal.

A escolha de apenas esses itens alimentares para as análises pelo MIXSiar levou em consideração os seguintes fatores:

I- Itens que foram encontrados em maiores FO ou VP nos animais amostrados fizeram parte da análise;

II- Itens que são considerados como possíveis fontes de alimento, mas que não foram encontrados no trato gastrointestinal de nenhum animal, não foram utilizados na análise (crustáceos, corais, esponjas e grama marinha);

III- Itens que foram encontrados na porção do intestino sem sinal de quebra por digestão (material vegetal terrestre) não foram considerados na análise.

O fato que embasou a escolha dessa forma de análise dos dados é que os tecidos do consumidor refletirão a composição da dieta assimilada, e não necessariamente a dieta ingerida (PHILLIPS, 2012). Os animais podem ingerir alguns itens que são total ou parcialmente indigeríveis, e as partes indigeríveis passam pelo trato gastrointestinal sem serem absorvidas, como parece ser o caso do material vegetal terrestre. Além disso, os crustáceos possuem um exoesqueleto de quitina e carbonato de cálcio (NAGASAWA, 2012), o que não permite sua absorção, assim como ocorre com os bicos de cefalópodes (HERNÁNDEZ-GARCIA, 1995). Sabe-se que as tartarugas também poderiam ter excretado os restos do exoesqueleto, o que impediria encontrar partes desses crustáceos no decorrer da triagem dos itens alimentares. Entretanto, como nenhum dos 72 animais apresentaram restos de crustáceos em nenhuma porção do trato gastrointestinal, assumiu-se que esse item não era relevante para esses grupos de tartarugas marinhas amostradas.

Nesse modelo, foi utilizado o valor do fator de discriminação isotópico da epiderme de *C. mydas* juvenis encontrado por Turner et al. (2017): $\delta^{13}\text{C}$: 2.3 ± 0.3 / $\delta^{15}\text{N}$: 4.1 ± 0.4 . Não foram encontrados trabalhos publicados com os valores de discriminação isotópica para fígado, músculo e garra. Em muitos casos, os fatores de discriminação específicos da espécie e do tecido utilizado não estão disponíveis, haja vista a dificuldade em gerar esses dados, o que leva muitos pesquisadores a utilizar um fator de discriminação baseado em espécies similares àquela estudada (BOND; DIAMOND, 2011). O uso de fatores substitutos, ou seja, aqueles publicados para outras espécies ou tecidos, entretanto, pode não ser apropriado e gerar resultados não confiáveis (DALERUM; ANGERBJORN, 2005; CAUT et al., 2008). Bond e Diamond (2011) afirmam que os modelos de mistura bayesianos são altamente sensíveis a variações no fator de discriminação e por isso, dependendo do conjunto de fatores de discriminação escolhidos, as estimativas da dieta podem ser significativamente diferentes. Apesar das amostras de fígado, músculo e garra terem sido coletadas para esse trabalho,

levando em consideração que os fatores de discriminação devem ser específicos para a espécie e para o tecido analisado, apenas a epiderme foi utilizada na análise da dieta pelo MIXSiar.

A distribuição de todas as soluções possíveis no conjunto de dados é descrita no modelo. Os valores mínimo (2.5%) e máximo (97.5%) de contribuição de cada fonte definem o intervalo de suas possíveis contribuições no tecido de cada um dos animais (PHILLIPS; GREGG, 2003), mas somente os valores referentes à mediana (50%) foram utilizados para analisar esses dados. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Minitab 16 e o software R.

2.3.3. Material antropogênico

Os itens antropogênicos encontrados no trato gastrointestinal foram classificados qualitativamente de acordo com o tipo de material (e.g. plástico flexível, plástico rígido, corda, monofilamento de pesca, borracha e espuma) e quanto à coloração específica (transparente, preto, verde, azul e VLA- vermelho, laranja e amarelo). Os itens vermelhos, laranjas e amarelos foram agrupados na categoria VLA, porque o espectro de luz visível das tartarugas marinhas varia de 450nm a 620nm, e os itens do grupo VLA possuem comprimento de onda mais longo, encontrando-se, portanto, no extremo do espectro visível às tartarugas (BARTOL; MUSICK, 2003).

Também foi realizada uma análise quantitativa dos itens, onde estes foram pesados utilizando uma balança digital de precisão (0,01g), e contabilizados, de forma que todo fragmento maior que 0,5 cm foi considerado um item individual. Fragmentos menores que 0,5 cm, por sua vez, foram considerados como podendo ser gerados através da fragmentação de itens maiores que já estão dentro do trato gastrointestinal do indivíduo e, portanto, foram incluídos apenas no peso total do material a que pertenciam, assim como executado por Santos (2014). Os conteúdos alimentares do trato gastrointestinal foram secos e pesados em balança digital de precisão (0,01g) para, posteriormente, comparar o peso dos itens alimentares com o peso do lixo encontrado nessas tartarugas.

Correlações entre o CCC e IC dos animais, e a quantidade (em número e peso) dos itens ingeridos foram analisadas utilizando a Correlação Linear de Pearson com nível de significância de 5%. O pacote de estatística Statistical Package for the Social Sciences-

SPSS[®] for Windows (Release 13.0 for Windows) foi utilizado como ferramenta para essas análises (RIGON et al., 2012).

Para a análise da composição (tipos de itens) e da distribuição dos itens no trato gastrointestinal e entre as regiões foram realizadas análises multivariadas (PERMANOVA). Para a análise dos dados de ocorrência dos resíduos antropogênicos no trato gastrointestinal dos juvenis foram calculadas as frequências dos resíduos.

3. RESULTADOS

3.1. Trato gastrointestinal

Foi amostrado um total de 72 *C. mydas* juvenis neríticas, sendo 34 animais em Ubatuba (28 fêmeas e 6 machos) e 38 em Florianópolis (29 fêmeas e 9 machos). Os animais foram coletados num total de 21 praias no litoral de São Paulo e em 18 praias no litoral de Santa Catarina (tabela 1). Todas as *C. mydas* eram animais em fase juvenil nerítica, com comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) variando de 30,5 a 61,6cm em Ubatuba e de 26,4 a 46,2cm em Florianópolis. A média de CCC em Ubatuba foi de 42.02cm (± 8.34), enquanto os animais de Florianópolis apresentaram uma média de 31.55cm (± 4.42). Os animais amostrados em Ubatuba eram maiores e mais pesados que os amostrados em Florianópolis, com 7.84kg (± 5.06) e 2.91kg (± 1.67), respectivamente. Não houve diferença entre machos e fêmeas de Ubatuba em relação ao CCC ($\sigma = 37.64 \pm 9.33$ cm; $\phi = 42.9 \pm 8.14$ cm; $t= 1.18$; $p=0.293$) e à massa corpórea ($\sigma = 6.44 \pm 3.68$ kg; $\phi = 8.14 \pm 5.32$ kg; $t=0.87$; $p=0.413$), e também não houve diferença entre os sexos nos animais de Florianópolis em relação ao CCC ($\sigma = 31.54 \pm 6.06$ cm; $\phi = 32.57 \pm 3.88$ cm; $t=0.48$; $p=0.644$) e à massa corpórea ($\sigma = 3.12 \pm 2.15$ kg; $\phi = 3.43 \pm 1.54$ kg; $t=0.40$; $p=0.695$). Aproximadamente 29% dos animais de Ubatuba apresentaram índice corpóreo (IC) “bom”, seguido de 21% com IC “intermediário” e 50% com IC “ruim”. Em Florianópolis, 21% dos animais apresentaram IC “bom”, 21% “intermediário” e 58% “ruim” (Tabela 1).

Tabela 1: Local de coleta, biometria (CCC e peso), sexo e índice corpóreo (IC) dos animais amostrados em Ubatuba-SP (animal 1 ao 34) e em Florianópolis-SC (animal 35 ao 72)

Animal	Local	CCC (cm)	Peso (Kg)	Sexo	IC
1	Peres/SP	48,5	10,4	M	Ruim
2	Ilha Bela/SP	52,4	12,0	F	Ruim
3	Saco da Ribeira/SP	36,5	4,0	F	Ruim
4	Itaguá/SP	40,3	5,0	F	Ruim
5	Pitangueiras/SP	43,0	6,5	F	Bom
6	Saco da Ribeira/SP	39,9	5,7	F	Ruim
7	Praia Engenho/SP	49,6	4,8	F	Ruim
8	Lázaro/SP	52,5	13,8	F	Ruim
9	-	-	9,3	F	Bom
10	Saco da Ribeira/SP	36,5	3,5	F	Ruim
11	Prumirim/SP	37,6	4,2	F	Ruim
12	Balgia/ SP	37,0	5,2	F	Ruim
13	Bonete/SP	56,4	21,0	F	Bom
14	Santa Rita/SP	30,5	2,5	M	Ruim
15	Saco da Ribeira/SP	38,0	4,2	F	Ruim
16	Toninhas/SP	34,7	3,7	F	Ruim
17	Praia Grande/SP	46,6	8,4	F	Ruim
18	Pereque-Açu/SP	-	5,6	F	Bom
19	Fortaleza/SP	33,8	3,5	F	Ruim
20	Almada/SP	33,3	3,0	F	Bom
21	Lagoinha/SP	52,0	18,0	F	Bom
22	Toninhas/SP	61,6	22,3	F	Bom
23	Lagoinha/SP	49,5	10,0	F	Intermediário
24	Almada/SP	47,2	10,7	M	Bom
25	Peres/SP	37,6	6,0	F	Intermediário
26	Lagoinha/SP	31,0	5,0	M	Intermediário
27	Peres/SP	-	11,0	F	Intermediário
28	Peres/SP	35,9	6,0	F	Intermediário
29	Lagoinha/SP	-	7,5	M	Bom
30	Picinguaba/SP	46,5	10,0	F	Bom
31	Ilha Bela/SP	31,0	2,5	M	Ruim
32	Caraguatatuba/SP	49,4	12,3	F	Intermediário
33	Camburi/SP	36,5	5,9	F	Intermediário
34	São Sebastião/SP	35,4	3,1	F	Ruim
35	Laguna/SC	26,4	1495,0	M	Intermediário
36	Laguna/SC	32,1	2,7	F	Ruim
37	Estaleiro/SC	32,2	3,1	F	Ruim
38	-	32,5	3,0	F	Ruim
39	Armação/SC	36,1	4,1	F	Ruim

40	Laguna/SC	33,0	3,0	M	Intermediário
41	Moçambique/SC	45,4	9,2	F	Bom
42	Praia do Iró/SC	40,4	6,0	F	Ruim
43	São Francisco do Sul/SC	34,2	3,8	F	Intermediário
44	Bombinhas/SC	37,5	5,3	F	Intermediário
45	Santinho/SC	28,0	3,2	F	Ruim
46	Perequê/SC	30,0	2,4	F	Ruim
47	Bombinhas/SC	26,7	2,1	M	Ruim
48	Itajaí/SC	31,1	2,6	F	Ruim
49	São Francisco do Sul/SC	30,5	2,6	M	Ruim
50	Barra Velha/SC	32,4	3,2	F	Ruim
51	Itapema/SC	31,8	2,9	F	Ruim
52	Santinho/SC	32,3	2,9	F	Ruim
53	Baln. São Miguel/SC	30,7	3,1	F	Bom
54	São Francisco do Sul/SC	29,5	2,8	F	Ruim
55	-	34,5	4,5	F	Ruim
56	Armação/SC	88,5	70,0	F	Bom
57	Bombinhas/SC	37,8	5,2	F	Bom
58	Navegantes/SC	32,7	2,6	M	Intermediário
59	Porto de Imbituba/SC	30,3	2,0	F	Ruim
60	Santinho/SC	27,7	1,7	M	Ruim
61	Cascalho/SC	31,3	5,0	F	Intermediário
62	Itajaí/SC	29,1	2,7	F	Intermediário
63	Moçambique/SC	29,9	2,5	F	Bom
64	Laguna/SC	28,3	2,0	F	Ruim
65	Piçarras/SC	29,7	2,3	F	Ruim
66	Barra da Lagoa/SC	46,2	8,7	M	Bom
67	Praia da Vila/SC	32,2	3,0	M	Intermediário
68	Barra Velha/SC	32,0	3,2	F	Ruim
69	São Francisco do Sul/SC	29,5	2,5	F	Bom
70	Barra da Lagoa/SC	28,5	2,8	M	Bom
71	Garopaba/SC	29,5	2005,0	F	Ruim
72	Garopaba/SC	35,4	3,2	F	Ruim

CCC: comprimento curvilíneo de carapaça; M: macho; F: fêmea.

Os animais de Ubatuba apresentaram conteúdo alimentar em 18 dos 34 tratos gastrointestinais (σ^3 ; f^15) amostrados (52,9%), enquanto 26 dos 38 animais de Florianópolis (σ^6 ; f^20) possuíam alimento no trato gastrointestinal (68,4%). Foram registradas 17 categorias alimentares em Ubatuba, das quais 12 eram gêneros de algas, 4 eram matéria animal (conchas de moluscos, bico de cefalópode, peixes e material não identificado) e 1 era material vegetal terrestre (folhas e galhos). Florianópolis, por sua vez, apresentou 15 categorias alimentares, sendo que 9 eram gêneros de algas, 5 eram tipos de matéria animal

(pena de ave, bico de cefalópode, conchas de moluscos, peixes e material não identificado) e uma era material vegetal terrestre (folhas e galhos) (Tabela 2). Os gêneros de algas vermelhas foram encontrados em maiores quantidades em ambas as regiões, seguidos por algas verdes e pardas.

Segundo a análise dos itens encontrados no trato gastrointestinal, os animais de Ubatuba e Florianópolis apresentaram valores de índice de importância relativa (IRI) relevantes apenas para algas, de forma que a matéria animal e o material vegetal terrestre não foram itens alimentares de relevância quando se observam as tartarugas de ambas as regiões. Embora matéria animal tenha sido encontrada num grande número de indivíduos (alta FO), o IRI evidencia pouca significância desse item para ambos os grupos.

Os maiores valores de IRI em Ubatuba foram para *Sargassum* sp. (35,3), *Gelidium* sp. (20,0), *Chondracanthus* sp. (18,7), e *Pterocliadiella* sp. (16,4), respectivamente. Apesar da ingestão ser majoritariamente composta por uma alga parda (*Sargassum* sp.), mais gêneros de algas vermelhas foram ingeridos.

Quando observamos as diferenças entre os sexos para os animais de Ubatuba, os maiores valores de IRI foram de *Sargassum* sp., seguidos por *Gelidium* sp., *Pterocliadiella* sp., e *Chondracanthus* sp. para as fêmeas, e *Chondracanthus* sp., seguidos por *Sargassum* sp., e *Gelidium* sp. para os machos (Tabela 2; Figura 5). Apesar da baixa ingestão de *Pterocliadiella* sp. entre os machos, houve a presença do gênero. Embora a ordem de maiores valores de IRI não ser a mesma, os itens ingeridos em maiores proporções foram os mesmos entre machos e fêmeas, evidenciando que, em Ubatuba, possivelmente não há diferenças de preferências por determinados gêneros de algas entre os sexos.

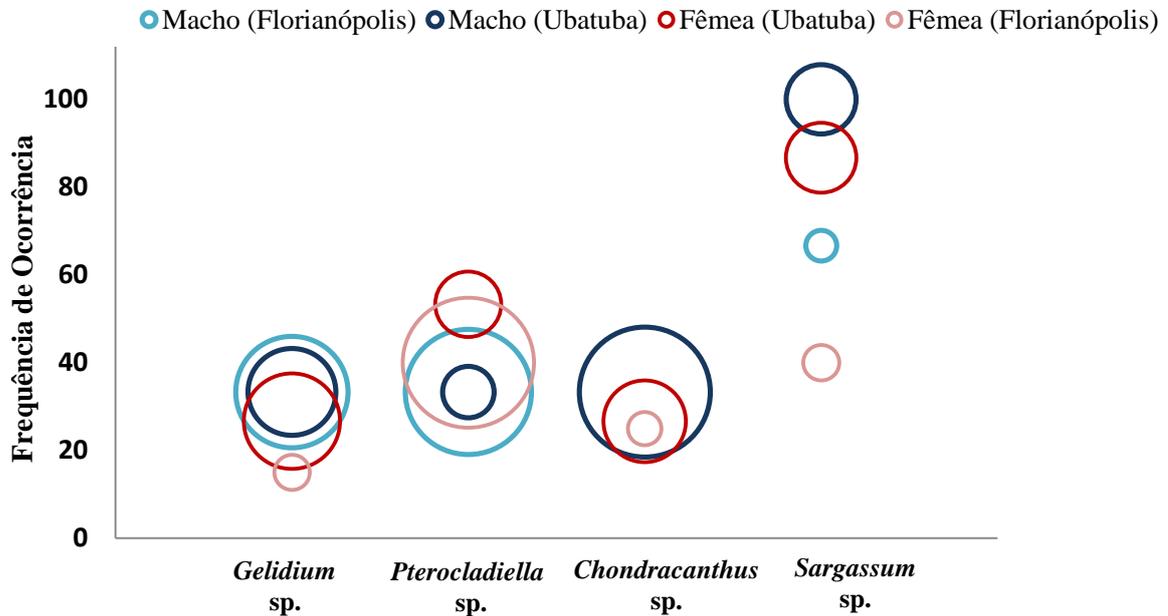
Os maiores valores de IRI para os animais de Florianópolis foram similares àqueles encontrados em Ubatuba: *Pterocliadiella* sp. (71,8), *Sargassum* sp. (6,3), e *Gelidium* sp. (5,9). Entretanto, as proporções foram diferentes, de forma que *Pterocliadiella* sp. apresentou o maior valor de IRI tanto para machos quanto para fêmeas (97,9 e 76,7, respectivamente), seguido por *Sargassum* sp., e *Gelidium* sp. Diferentemente dos animais de Ubatuba, que apresentaram valores de IRI (dos quatro gêneros das algas supracitadas) em proporções similares, os animais de Florianópolis, de ambos os sexos, ingeriram quase que exclusivamente *Pterocliadiella* sp., de forma a não serem observadas diferenças de preferências alimentares entre os sexos (Tabela 2; Figura 5).

Observando a FO (33,3) percebe-se que alguns animais de Ubatuba ingeriram grandes quantidades de moluscos bivalves e gastrópodes, fato evidenciado pela presença de conchas ao longo do trato gastrointestinal, enquanto que, em Florianópolis, 50% das fêmeas

amostradas e 33,3% dos machos possuíam bicos de cefalópodes. Todos os animais com presença de bicos de cefalópodes no trato gastrointestinal apresentavam quadro de caquexia (IC ruim), além de resíduos sólidos em quantidade variada.

Além disso, os animais de Florianópolis ingeriram maiores quantidades de peixes que os animais de Ubatuba (26,9 e 11,1, respectivamente), bem como de material vegetal terrestre (34,6 e 27,8, respectivamente). Entretanto, Ubatuba apresentou um valor alto de FO de matéria animal que não pôde ser identificada em decorrência do estágio de digestão avançada desse item alimentar. Em Ubatuba, 50% dos animais que ingeriram peixes possuíam IC bom, e os outros 50% possuíam IC ruim (caquéticos). Entretanto, quando se observa a ingestão de moluscos, 66,7% possuíam IC bom e 33,3% possuíam IC ruim. Em Florianópolis, por sua vez, todos os animais que ingeriram peixes e cefalópodes eram caquéticos.

Figura 5: Algas mais consumidas na alimentação de juvenis neróticos de *Chelonia mydas* machos (círculo azul escuro) e fêmeas (círculo vermelho) de Ubatuba-SP, e de machos (círculo azul claro) e fêmeas (círculo rosa) de Florianópolis-SC. O tamanho dos círculos representa os valores de VP; o eixo Y representa os valores de FO; o eixo X representa as algas mais consumidas (maior IRI)



3.2. Isótopos estáveis

Foi realizado o Shapiro-test para todos os tecidos coletados em ambas as regiões. A maioria dos tecidos não apresentou dados normais ($p > 0,05$). Em Ubatuba e Florianópolis, fígado, músculo e garra (base e ponta) não apresentaram dados normais e homogeneidade de variância para $\delta^{13}\text{C}$ (Ubatuba: $p = 0,0168$; $p = 0,0001$; $p = 1,083 \cdot 10^6$; $p = 5,306 \cdot 10^5$, respectivamente. Florianópolis: $p = 0,0412$; $p = 5,61 \cdot 10^7$; $p = 0,0112$; $p = 0,0014$, respectivamente). Apenas a epiderme apresentou normalidade para $\delta^{13}\text{C}$ em Ubatuba e em Florianópolis ($p = 0,397$ e $p = 0,373$, respectivamente). Em relação à normalidade para $\delta^{15}\text{N}$, na região de Ubatuba, fígado ($p = 0,273$), músculo ($p = 0,501$), ponta da garra ($p = 0,132$) e epiderme ($p = 0,158$) apresentaram dados normais, com exceção da base da garra ($p = 0,020$). Em Florianópolis, por sua vez, a epiderme não apresentou normalidade ($p = 0,011$), diferentemente dos outros tecidos amostrados (fígado: $p = 0,515$; músculo: $p = 0,074$; base da garra: $p = 0,456$; ponta da garra: $p = 0,462$).

Posteriormente, foi analisado se havia variação na composição de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre os tecidos. Quando o valor de $p < 0,05$, assumiu-se que havia diferença entre eles (Tabela 3).

Tabela 3: Diferenças nas composições de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre os tecidos de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* amostradas na região de Ubatuba-SP e Florianópolis-SC (F = fígado; M = Músculo; GB = base da garra; GP = ponta da garra; E = epiderme). Os círculos negros correspondem aos tecidos que apresentaram $p < 0,05$

	$\delta^{13}\text{C}$				$\delta^{15}\text{N}$			
	F	M	GB	GP	F	M	GB	GP
Ubatuba	M				M			
	GB				GB			
	GP	•	•		GP			
	E	•	•	•	E	•	•	•
	$\delta^{13}\text{C}$				$\delta^{15}\text{N}$			
	F	M	GB	GP	F	M	GB	GP
Florianópolis	M				M	•		
	GB				GB			
	GP	•	•	•	GP			
	E	•	•	•	E	•	•	•

Em relação ao $\delta^{13}\text{C}$ dos tecidos dos animais de Ubatuba, apenas a epiderme e a ponta da garra apresentaram diferenças nas composições isotópicas, em relação aos outros tecidos. Os valores de epiderme são completamente diferentes de todos os tecidos coletados. Já a ponta da garra apresenta valores distintos de $\delta^{13}\text{C}$ a todos os tecidos, com exceção da base da garra, em Ubatuba (Tabela 3; Figura 6).

Analisando os valores de $\delta^{15}\text{N}$, a epiderme possui valores isotópicos distintos se comparados aos do fígado e aos da base e ponta da garra em ambas as regiões estudadas. Além disso, apenas em Florianópolis o músculo e o fígado possuem composições distintas em relação ao $\delta^{15}\text{N}$ (Tabela 3; Figura 7).

Figura 6: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) de fígado, músculo, garra (base e ponta) e epiderme de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Florianópolis-SC e Ubatuba-SP. Os pontos negros representam todos os indivíduos de *C. mydas* amostrados

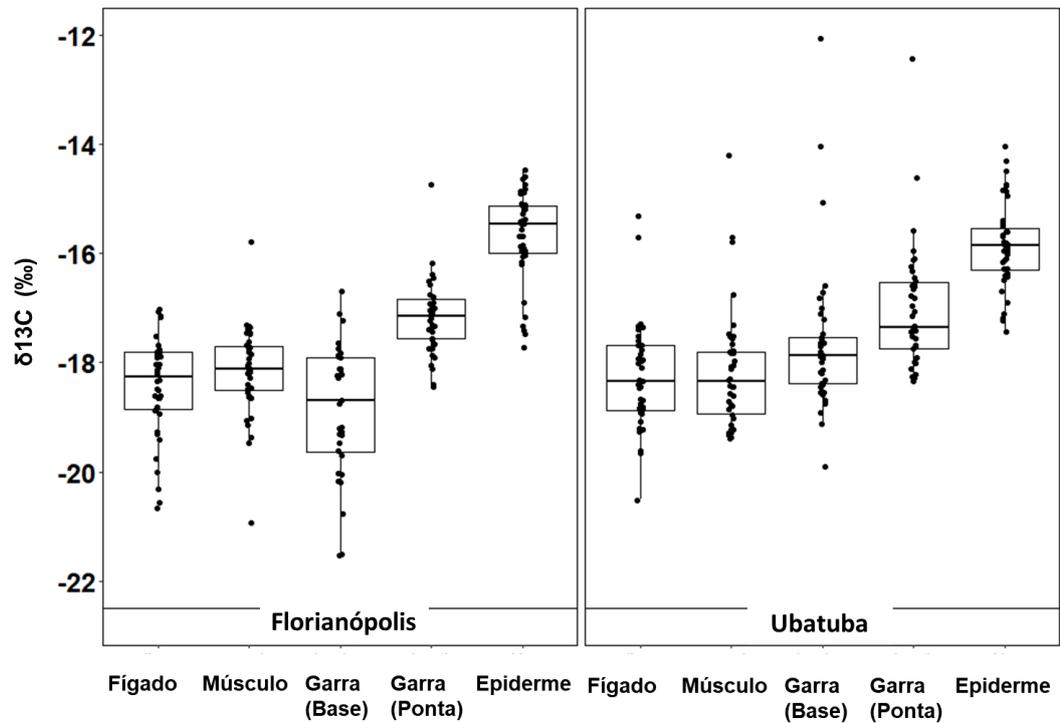
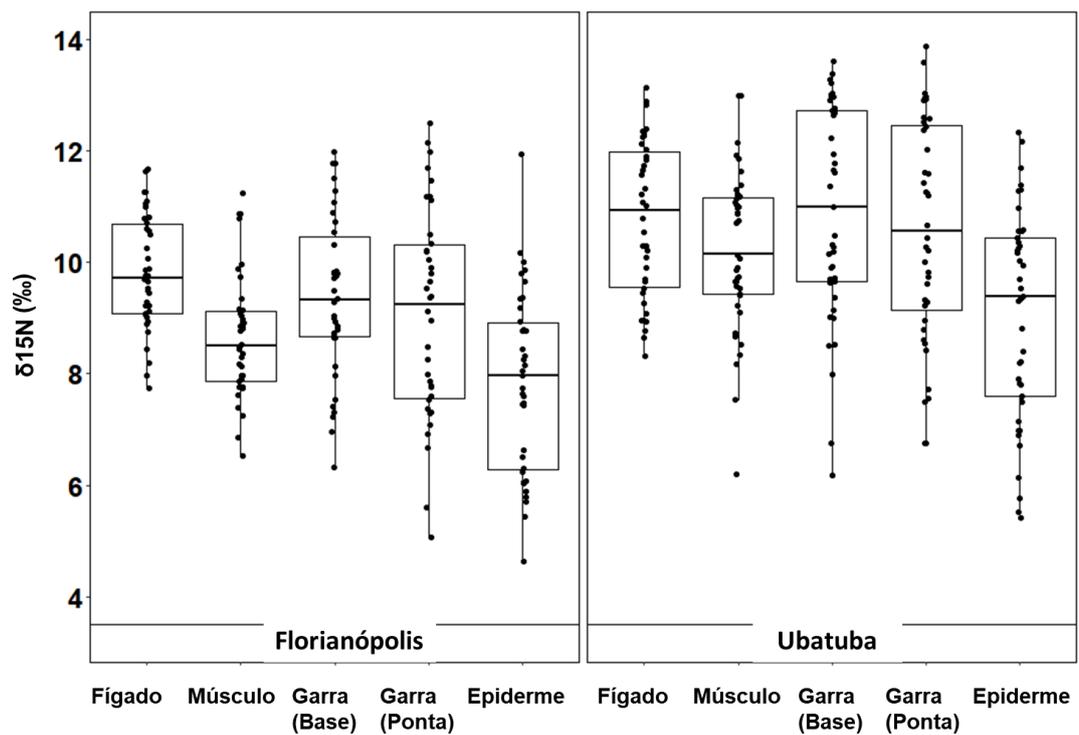


Figura 7: Valores de $\delta^{15}\text{N}$ (‰) de fígado, músculo, garra (base e ponta) e epiderme de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Florianópolis-SC e Ubatuba-SP. Os pontos negros representam todos os indivíduos de *C. mydas* amostrados



No geral, a epiderme em Ubatuba e em Florianópolis apresentou valores maiores de $\delta^{13}\text{C}$ quando comparada aos valores de outros tecidos, e valores menores em relação ao $\delta^{15}\text{N}$ (Figuras 8 e 9). A ponta da garra também diferiu um pouco entre os tecidos analisados, principalmente em relação ao $\delta^{13}\text{C}$ (Figuras 8 e 9). No geral, não houve diferença nas composições isotópicas de carbono e nitrogênio entre os outros tecidos amostrados (fígado, músculo e base da garra). Quando observamos os tecidos entre as regiões, por meio das distribuições de probabilidade de áreas de elipse padrão, Ubatuba apresentou maiores elipses quando comparada a Florianópolis. Houve sobreposição entre as elipses dos tecidos em ambas as regiões, mas Ubatuba apresentou valores maiores de $\delta^{15}\text{N}$ (Figura 10).

Figura 8: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) de fígado, músculo, garra (base e ponta) e epiderme de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* amostrados em Ubatuba-SP

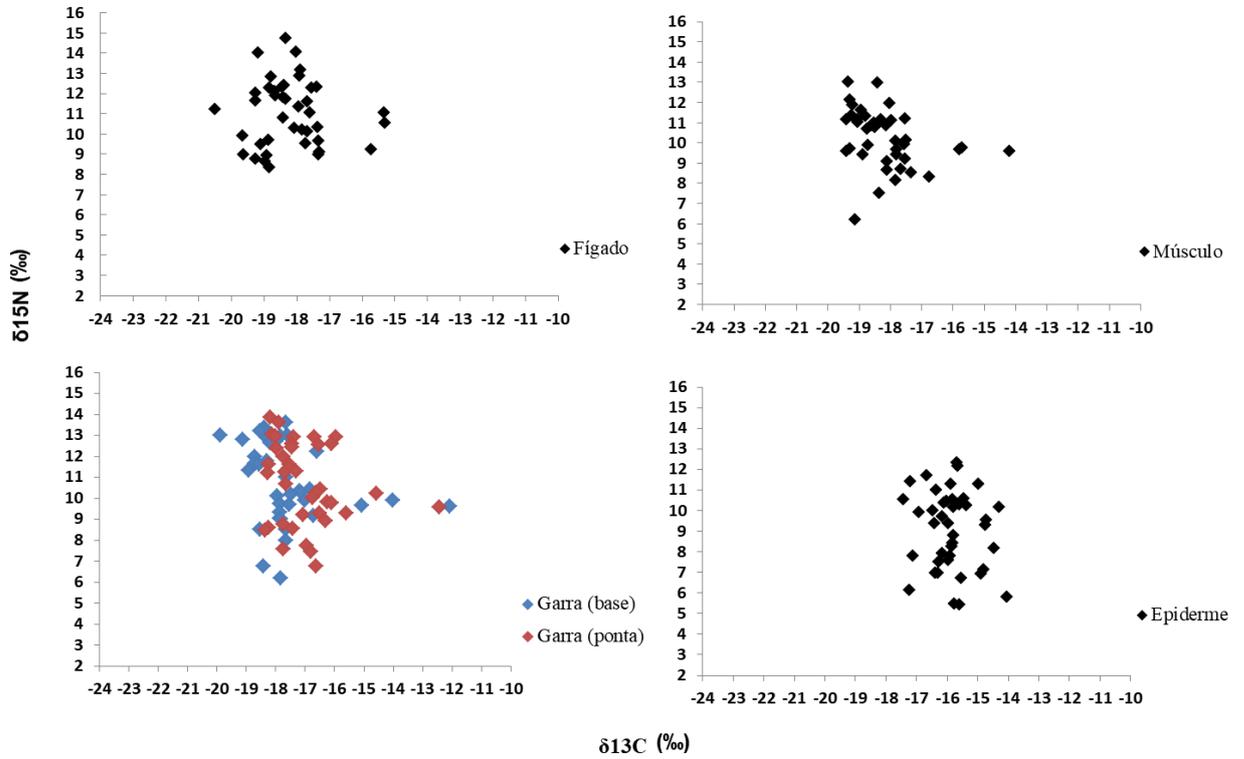


Figura 9: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) de fígado, músculo, garra (base e ponta) e epiderme de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* amostrados em Florianópolis-SC

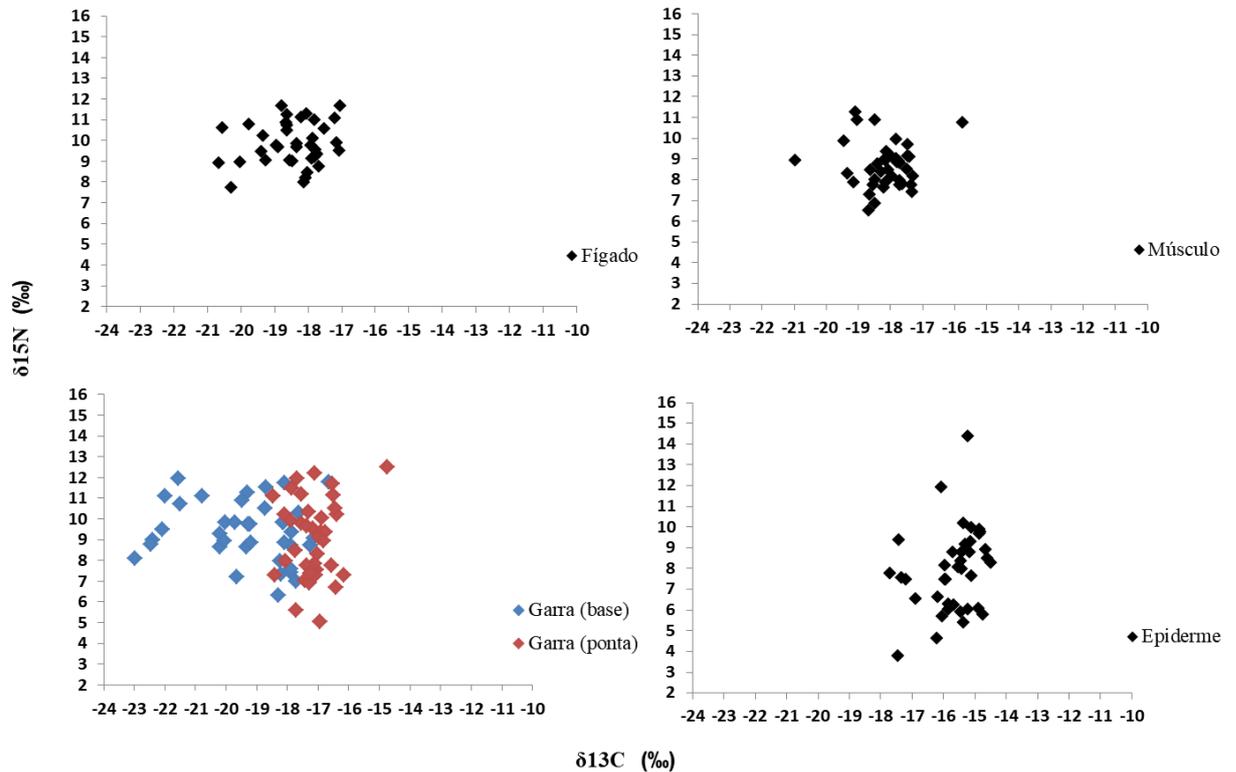
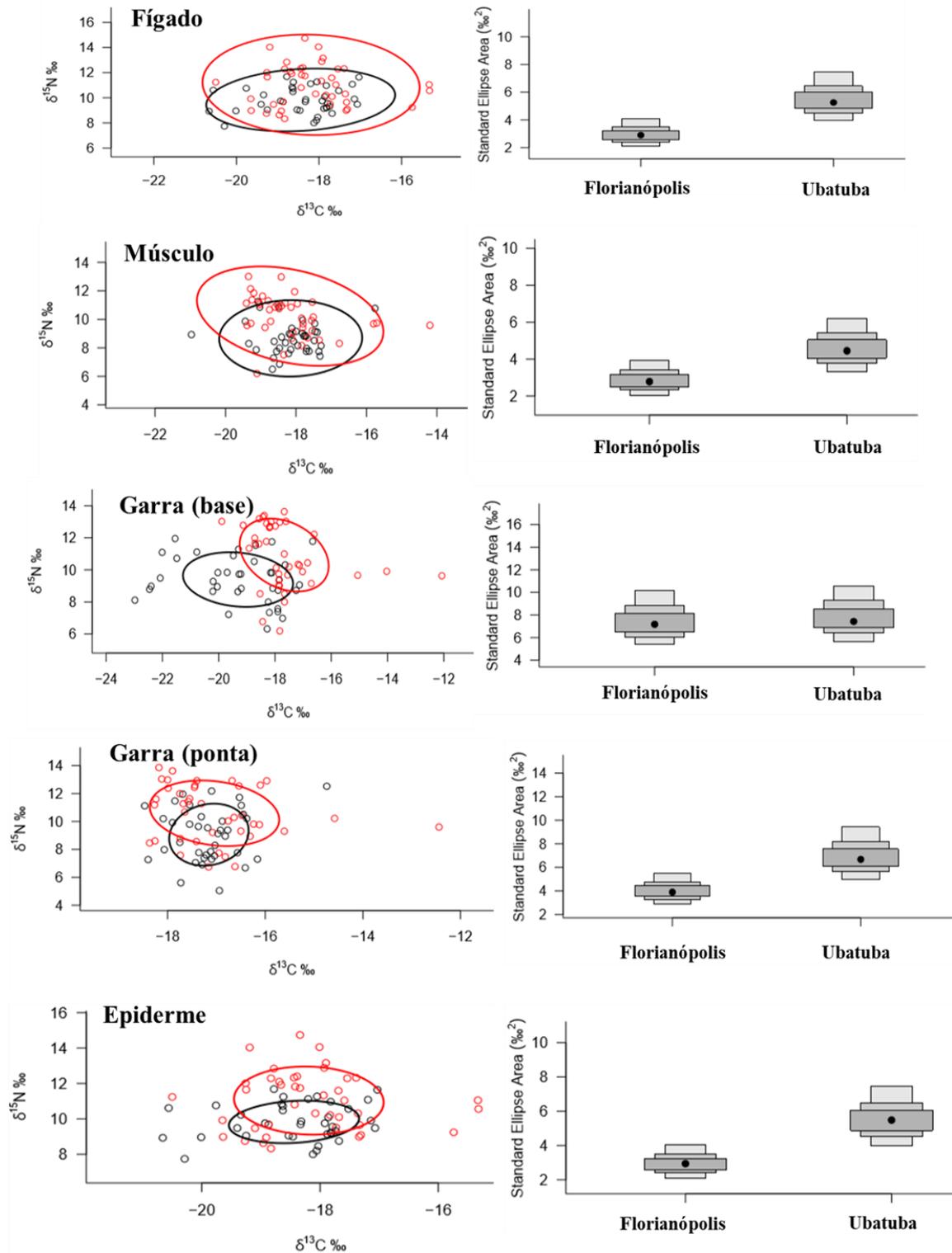


Figura 10: Elipses Padrão Corrigidas (SEAc; esquerda) e Área Padrão das Elipses (direita) para comparar o nicho isotópico ocupado pelos juvenis neríticos de *Chelonia mydas* nas regiões de Florianópolis-SC e Ubatuba-SP, utilizando amostras de fígado (SEAc: 3.04 e 5.65, respectivamente), músculo (SEAc: 2.92 e 4.71, respectivamente), base da garra (SEAc: 7.67 e 7.96, respectivamente), ponta da garra (SEAc: 4.17 e 7.10, respectivamente), e epiderme (SEAc: 3.04 e 5.65 respectivamente). As elipses e os pontos negros representam os animais de Florianópolis-SC, e as elipses e os pontos vermelhos representam os animais de Ubatuba-SP



Foram encontrados valores de $\delta^{13}\text{C}$ muito variados entre as algas, nas regiões de Ubatuba e Florianópolis (Figura 11). Em Ubatuba, os valores variaram de -22‰ a $-13,8\text{‰}$ (média de $-17,25\text{‰} \pm 0,98$), enquanto em Florianópolis os valores variaram de -19‰ a $-8,2\text{‰}$ (média de $-15,58\text{‰} \pm 2$). Quando se observa os valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ de algas de diferentes gêneros em diferentes regiões do Brasil (Figura 12), percebe-se que também há diferença entre essas regiões (médias dos valores de $\delta^{13}\text{C}$: Bahia= $-15,74\text{‰} \pm 2,09$; Espírito Santo = $-16,33\text{‰} \pm 2,42$; Fernando de Noronha= $-13,61\text{‰} \pm 2,46$). Não houve grande variação entre os valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ das algas de Ubatuba ($7,97\text{‰} \pm 1,13$) e Florianópolis ($7,73\text{‰} \pm 0,83$), mas é observada diferença de $\delta^{15}\text{N}$ nas algas da Bahia ($4,81\text{‰} \pm 1,09$), Espírito Santo ($7,54\text{‰} \pm 2,83$) e Fernando de Noronha ($4,93\text{‰} \pm 0,76$) (Figura 12).

Figura 11: Valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) das algas coletadas em Ubatuba-SP (A) e Florianópolis-SC (B)

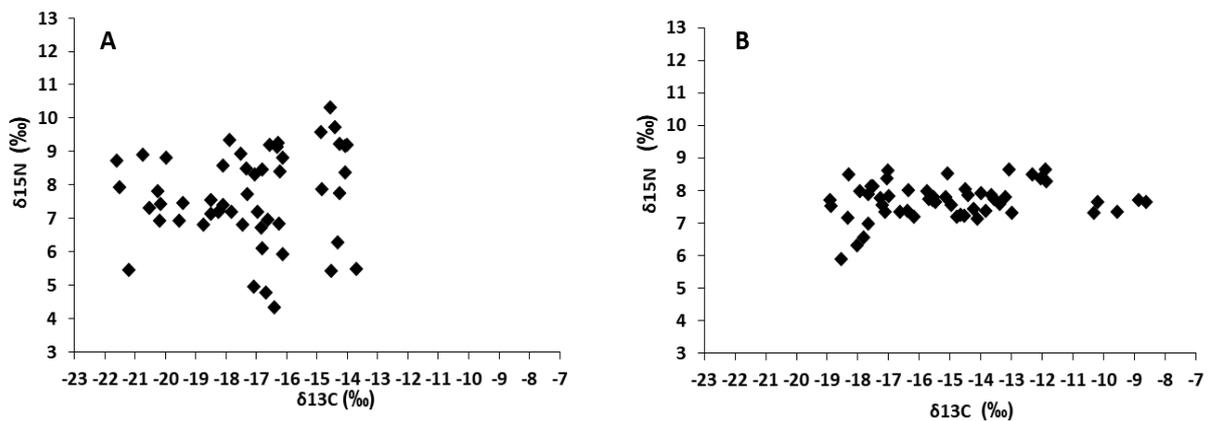
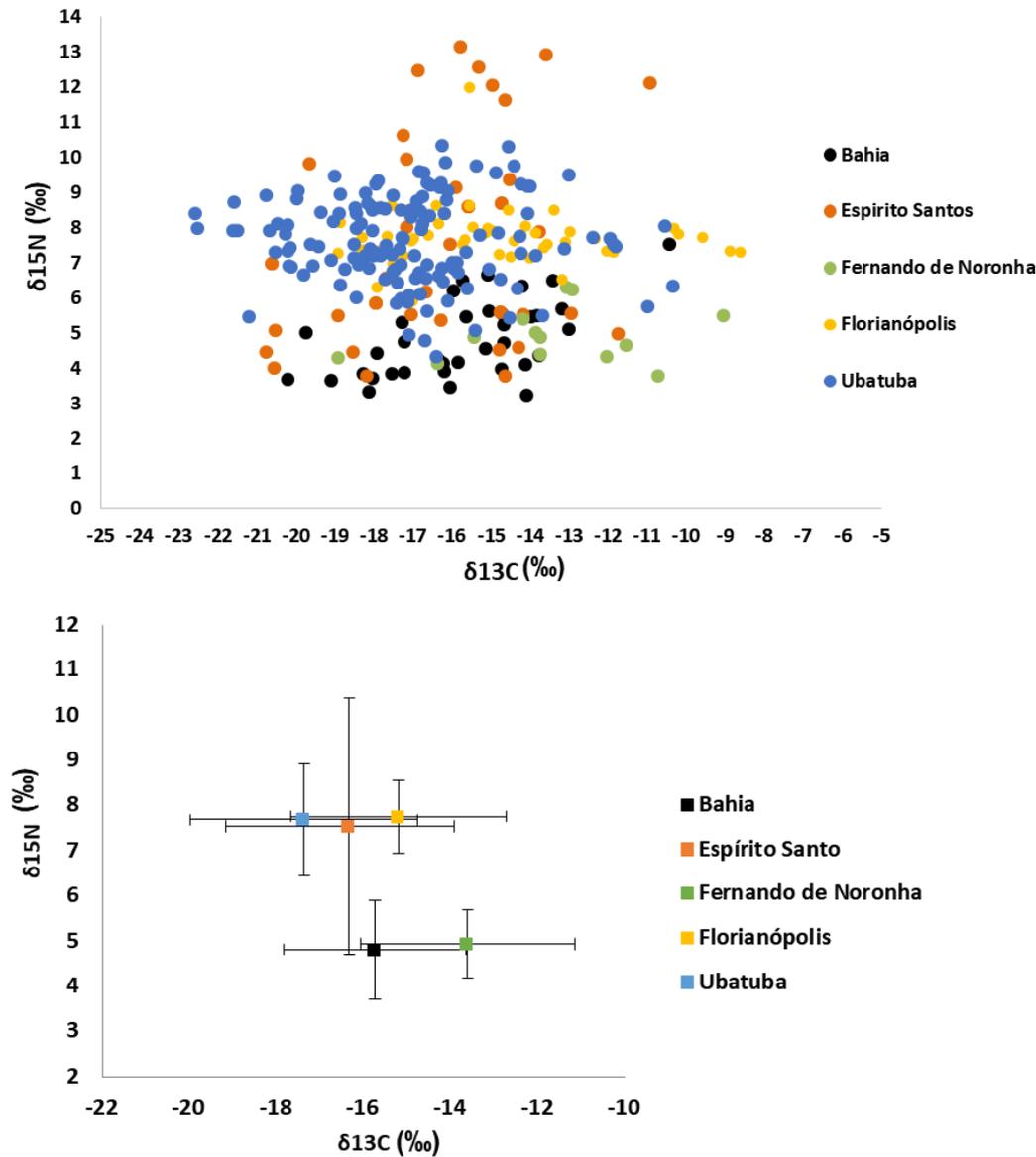
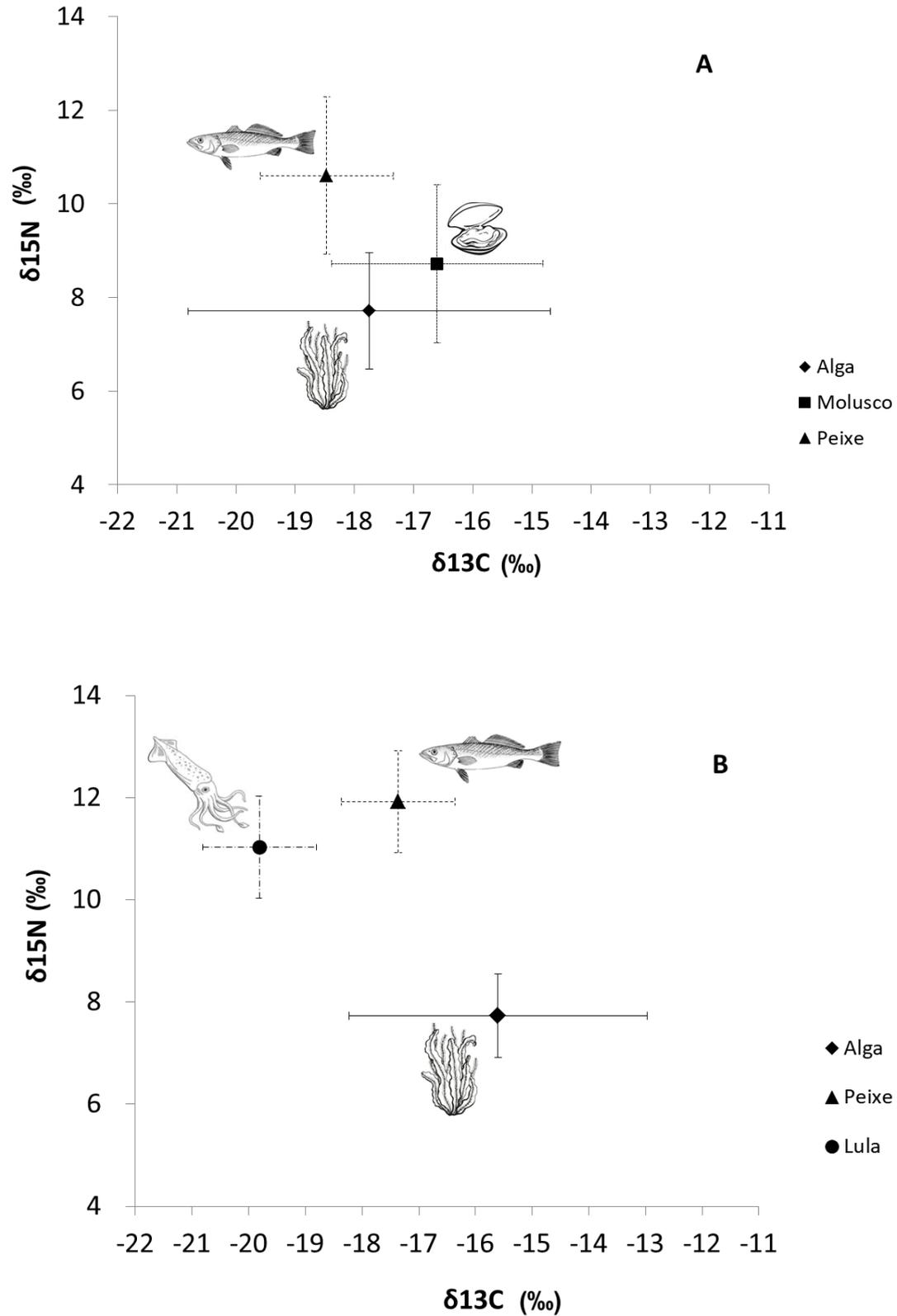


Figura 12: Valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) e médias e desvios padrão (\pm DP) de algas em diferentes localidades na costa brasileira (Bahia, Espírito Santo, Fernando de Noronha, Florianópolis e Ubatuba). Fonte: Souza et al. (dados não publicados)



Em Ubatuba, houve sobreposição de valores em relação à composição isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em algas ($-17,25\text{‰} \pm 0,98$ e $7,97\text{‰} \pm 1,5$, respectivamente), moluscos bivalves e gastrópodes ($-16,6\text{‰} \pm 1,78$ e $8,72\text{‰} \pm 1,69$, respectivamente) e peixes ($18,46\text{‰} \pm 1,12$ e $11,05\text{‰} \pm 1,68$, respectivamente) (Figura 13). Em Florianópolis, peixes ($\delta^{13}\text{C} = -17,37\text{‰} \pm 1,62$ e $\delta^{15}\text{N} = 11,92\text{‰} \pm 1,49$) e cefalópodes ($\delta^{13}\text{C} = -19,81\text{‰} \pm 0,58$ e $\delta^{15}\text{N} = 11,02\text{‰} \pm 0,72$) apresentaram sobreposição dos valores em relação à composição isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, mas não houve sobreposição desses itens com as algas (Figura 13). Os peixes apresentaram valores isotópicos muito similares nas duas regiões.

Figura 13: Valores da média e desvio padrão (\pm DP) de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) dos itens alimentares (alga, molusco, lula e peixe) consumidos por juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Ubatuba-SP (A) e Florianópolis (B)



As proporções de itens alimentares assimilados na dieta das tartarugas marinhas mostraram-se distintas entre os indivíduos juvenis de *C. mydas* e entre as regiões de Ubatuba e Florianópolis (Tabela 4).

Em Ubatuba (Tabela 4, Figura 14), houve heterogeneidade em relação à proporção de assimilação de matéria animal e vegetal. Os itens assimilados em maiores proporções foram algas e peixes, enquanto moluscos apresentaram-se em pouco mais de 10% da dieta desses animais. Em Florianópolis, os animais não ingeriram proporções tão grandes de matéria animal como em Ubatuba. Dezoito dos 33 animais de Ubatuba (54%) apresentaram maiores proporções de alga em seu trato gastrointestinal, enquanto os outros 46% apresentaram maiores proporções de peixes. Em relação às maiores taxas de assimilação de algas pela epiderme dos juvenis de *C. mydas*, e levando em consideração o IC dos animais, 5 animais caquéticos, 3 com IC “bom” e 6 com IC “intermediário” assimilaram mais algas em seus tecidos. Analisando a assimilação de peixe, as maiores proporções do item foram encontradas em 8 animais caquéticos e 4 animais saudáveis.

Em Florianópolis (Tabela 4, Figura 15), todas as tartarugas amostradas assimilaram “algas” praticamente como recurso alimentar total. Todos os animais apresentaram proporções de mais de 95% de algas, com baixa contribuição de matéria animal (2-5%).

Tabela 4: Proporções dos itens alimentares assimilados na epiderme de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC. A soma dos itens é igual a 1 (um), representando 100% dos itens assimilados na epiderme dos animais

Ubatuba					Florianópolis				
Animal	IC	Alga	Molusco	Peixe	Animal	IC	Alga	Lula	Peixe
1	Ruim	0.34	0.12	0.52	1	Intermediário	0.98	0.01	0.01
2	Ruim	0.65	0.15	0.14	2	Ruim	0.97	0.02	0.01
3	Ruim	0.13	0.06	0.77	3	Ruim	0.97	0.02	0.01
4	Ruim	0.38	0.11	0.45	4	Ruim	0.97	0.02	0.01
5	Bom	0.65	0.13	0.17	5	Ruim	0.97	0.02	0.01
6	Ruim	0.28	0.09	0.57	6	Intermediário	0.97	0.02	0.01
7	Ruim	0.41	0.12	0.40	7	Bom	0.96	0.03	0.01
8	Ruim	0.60	0.13	0.18	8	Ruim	0.97	0.02	0.01
9	Bom	0.24	0.09	0.61	9	Intermediário	0.97	0.02	0.01
10	Ruim	0.13	0.06	0.78	10	Intermediário	0.96	0.03	0.01
11	Ruim	0.61	0.14	0.19	11	Ruim	0.96	0.03	0.01
12	Ruim	0.46	0.13	0.35	12	Ruim	0.96	0.03	0.01
13	Bom	0.47	0.11	0.33	13	Ruim	0.96	0.02	0.02
14	Ruim	0.22	0.09	0.63	14	Ruim	0.96	0.03	0.01
15	Ruim	0.49	0.12	0.32	15	Ruim	0.96	0.03	0.01
16	Ruim	0.29	0.12	0.50	16	Ruim	0.96	0.02	0.02
17	Ruim	0.54	0.14	0.26	17	Ruim	0.96	0.02	0.02
18	Bom	0.34	0.11	0.49	18	Ruim	0.97	0.02	0.01
19	Ruim	0.12	0.06	0.78	19	Bom	0.96	0.03	0.01
20	Bom	0.20	0.09	0.65	20	Ruim	0.97	0.02	0.01
21	Bom	0.53	0.13	0.32	21	Ruim	0.96	0.02	0.02
22	Bom	0.28	0.08	0.59	22	Bom	0.95	0.03	0.02
23	Intermediário	0.63	0.13	0.20	23	Bom	0.97	0.02	0.01
24	Bom	0.16	0.06	0.74	24	Intermediário	0.97	0.02	0.01
25	Intermediário	0.59	0.12	0.25	25	Ruim	0.97	0.02	0.01
26	Intermediário	0.56	0.12	0.27	26	Ruim	0.96	0.03	0.01
27	Intermediário	0.61	0.13	0.23	27	Intermediário	0.96	0.03	0.01
28	Intermediário	0.61	0.12	0.23	28	Intermediário	0.97	0.02	0.01
29	Bom	0.25	0.08	0.64	29	Bom	0.96	0.02	0.02
30	Bom	0.76	0.12	0.10	30	Ruim	0.96	0.02	0.01
31	Ruim	0.62	0.12	0.23	31	Ruim	0.96	0.02	0.01
32	Intermediário	0.37	0.10	0.48	32	Bom	0.95	0.03	0.02
33	Intermediário	0.67	0.12	0.17	33	Intermediário	0.97	0.02	0.01
34	Ruim	0.32	0.10	0.54	34	Ruim	0.97	0.02	0.01
					35	Bom	0.96	0.03	0.01
					36	Bom	0.97	0.02	0.01
					37	Ruim	0.97	0.02	0.01
					38	Ruim	0.97	0.02	0.01

Figura 14: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) (\pm DP) da epiderme dos juvenis neríticos de *Chelonia mydas* (círculos vermelhos) em comparação aos valores $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) dos itens alimentares em Ubatuba-SP

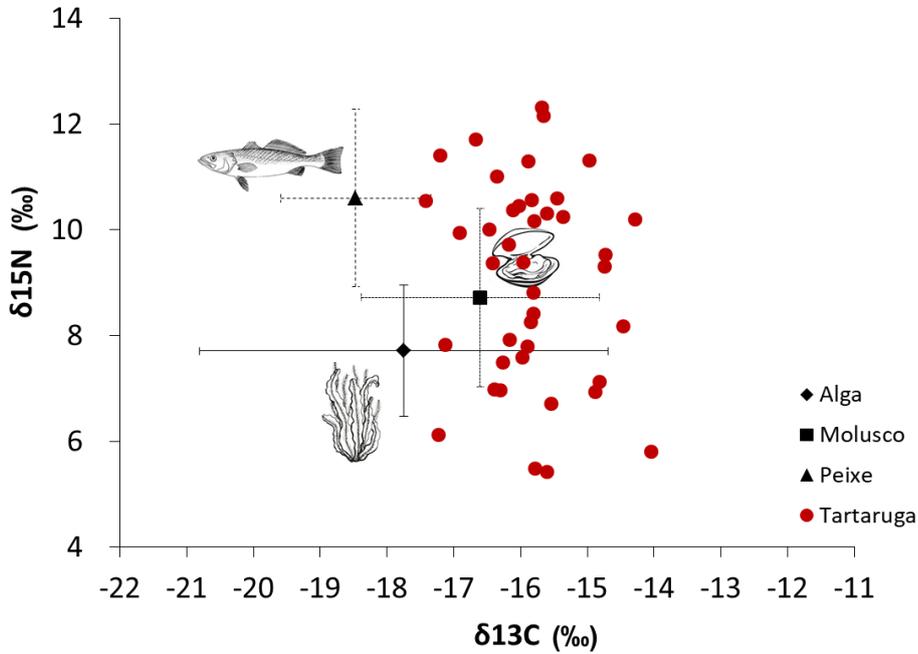
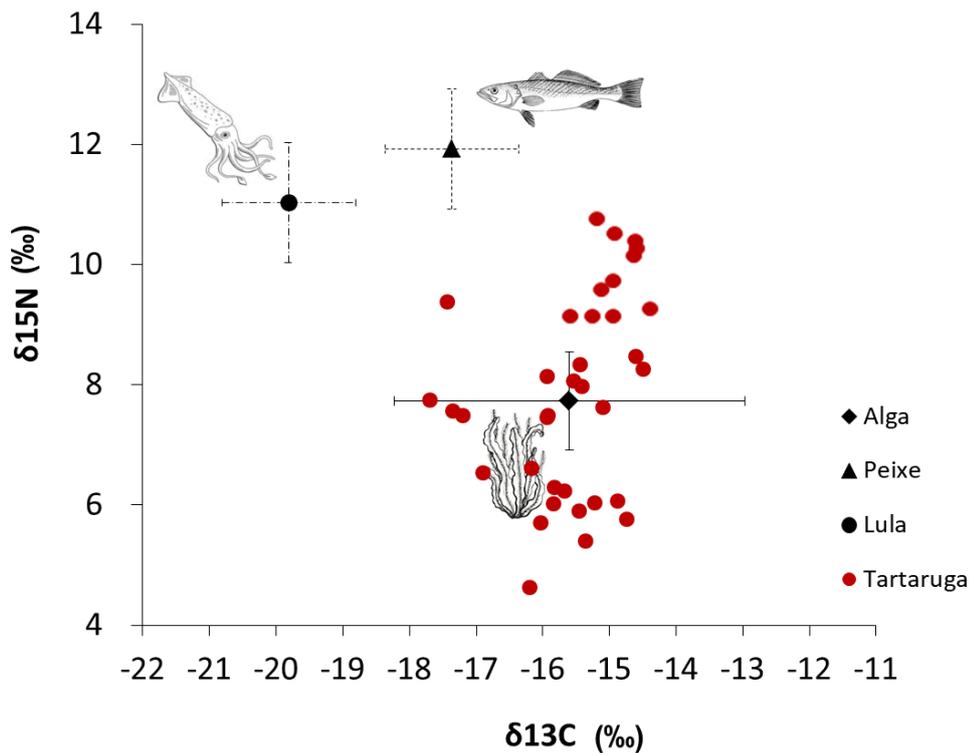


Figura 15: Valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) (\pm DP) da epiderme dos juvenis neríticos de *Chelonia mydas* (círculos vermelhos) em comparação aos valores $\delta^{13}\text{C}$ (‰) e $\delta^{15}\text{N}$ (‰) dos itens alimentares em Florianópolis-SC



3.3. Material antropogênico

Foram encontrados resíduos antropogênicos em 11 das 34 *C. mydas* amostradas em Ubatuba (32.4% dos animais) e em 33 dos 38 indivíduos de Florianópolis (86.8% dos animais), de forma que as tartarugas marinhas do litoral sul do Brasil apresentaram maiores quantidades de lixo do que as *C. mydas* do litoral norte paulista (Tabela 5, Figura 16).

Figura 16: Quantidade de lixo encontrado no trato gastrointestinal de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Florianópolis-SC e em Ubatuba-SP

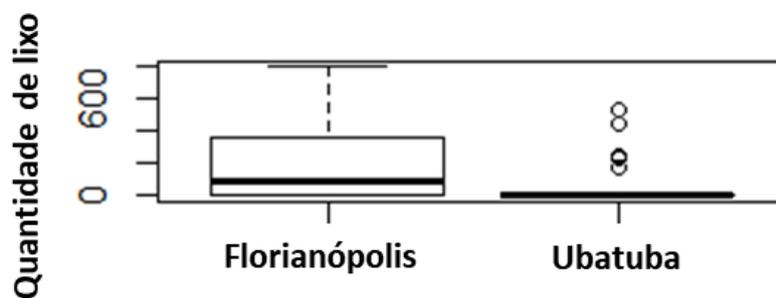


Tabela 5: Tipos de lixo encontrados nos juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Ubatuba-SP e Florianópolis-SC, representados pelo número e porcentagem de animais que ingeriram os materiais antropogênicos e pelo número e peso de itens ingeridos

Tipo de lixo	Número de tartarugas (e % do total) que ingeriram lixo		Número de itens ingeridos (e % do total)		Peso (g) dos itens ingeridos (e % do total)	
	Ubatuba	Florianópolis	Ubatuba	Florianópolis	Ubatuba	Florianópolis
Plástico Flexível	8 (72.7%)	31 (93.9%)	736 (48.1%)	3211 (43.1%)	37.06 (53.7%)	49.67 (25.7%)
Plástico Rígido	5 (45.5%)	26 (78.8%)	209 (13.6%)	2300 (30.9%)	16.08 (23.3%)	118.77 (61.5%)
Corda	5 (45.5%)	14 (42.4%)	36 (2.3%)	30 (0.4%)	4.75 (6.9%)	3.17 (1.6%)
Linha de Pesca	6 (54.5%)	27 (81.8%)	526 (34.4%)	1829 (24.5%)	5.25 (7.6%)	16.58 (8.6%)
Borracha	4 (36.4%)	8 (24.2%)	18 (1.2%)	26 (0.35%)	5.51 (7.9%)	3.23 (1.7%)
Isopor	1 (9%)	8 (24.2%)	1 (0.06%)	59 (0.8%)	0	1.34 (0.7%)
Espuma	2 (18.2%)	1 (3%)	4 (0.2%)	2 (0.03%)	0.32 (0.5%)	0.14 (0.07%)

Em Ubatuba e Florianópolis, 72.7% e 60.6% dos animais com lixo apresentaram IC ruim, respectivamente (Tabelas 6 e 7). Os animais com melhores IC em Ubatuba apresentaram maiores quantidades de alimento em seu trato gastrointestinal do que lixo, enquanto que os animais que apresentaram lixo em maiores proporções do que alimento eram todos caquéticos. Entretanto, variações no IC e CCC das tartarugas não dependeram da quantidade e peso do lixo (PERMANOVA: $F=0.207$, $p=0.9332$).

Tabela 6: Peso do alimento (g), peso do lixo (g) e quantidade de resíduos antropogênicos (em número de itens) encontrados no trato gastrointestinal das *Chelonia mydas* juvenis neríticas de Ubatuba-SP

Ubatuba							
Animal	CCC	Peso	Sexo	IC	Peso	Peso	Quantidade
	(cm)	(kg)			Alimento	lixo	lixo
					(g)	(g)	(nº itens)
1	48.5	10.4	M	Ruim	121.76	0.00	0
2	52.4	12	F	Ruim	0.08	8.69	395
3	36.5	4	F	Ruim	0.00	0.00	0
4	40.3	5	F	Ruim	0.00	0.00	0
5	43	6.5	F	Bom	50.39	0.03	2
6	39.9	5.7	F	Ruim	0.00	8.53	247
7	49.6	4.8	F	Ruim	0.00	0.26	5
8	52.5	13.8	F	Ruim	0.00	27.02	447
9	-	9.3	F	Bom	0.00	0.00	0
10	36.5	3.5	F	Ruim	0.88	0.01	1
11	37.6	4.2	F	Ruim	18.08	0.00	0
12	37	5.2	F	Ruim	0.00	0.59	10
13	56.4	21	F	Bom	0.00	0.00	0
14	30.5	2.5	M	Ruim	0.00	0.00	0
15	38	4.2	F	Ruim	0.00	0.00	0
16	34.7	3.7	F	Ruim	0.00	0.00	0
17	46.6	8.4	F	Ruim	3.50	10.96	230
18	-	5.6	F	Bom	1.47	0.00	0
19	33.8	3.5	F	Ruim	27.66	0.00	0
20	33.3	3	F	Bom	0.00	0.00	0
21	52	18	F	Bom	523.75	0.00	0
22	61.6	22.3	F	Bom	104.35	1.01	5
23	49.5	10	F	Intermediário	398.20	0.00	0
24	47.2	10.7	M	Bom	0.00	0.00	0
25	37.6	6	F	Intermediário	72.83	0.00	0
26	31	5	M	Intermediário	68.70	0.00	0
27	-	11	F	Intermediário	105.47	0.00	0
28	35.9	6	F	Intermediário	187.19	0.13	9
29	-	7.5	M	Bom	134.90	0.00	0
30	46.5	10	F	Bom	71.52	11.74	179
31	31	2.5	M	Ruim	0.00	0.00	0
32	49.4	12.3	F	Intermediário	0.00	0.00	0
33	36.5	5.9	F	Intermediário	0.00	0.00	0
34	35.4	3.1	F	Ruim	8.99	0.00	0

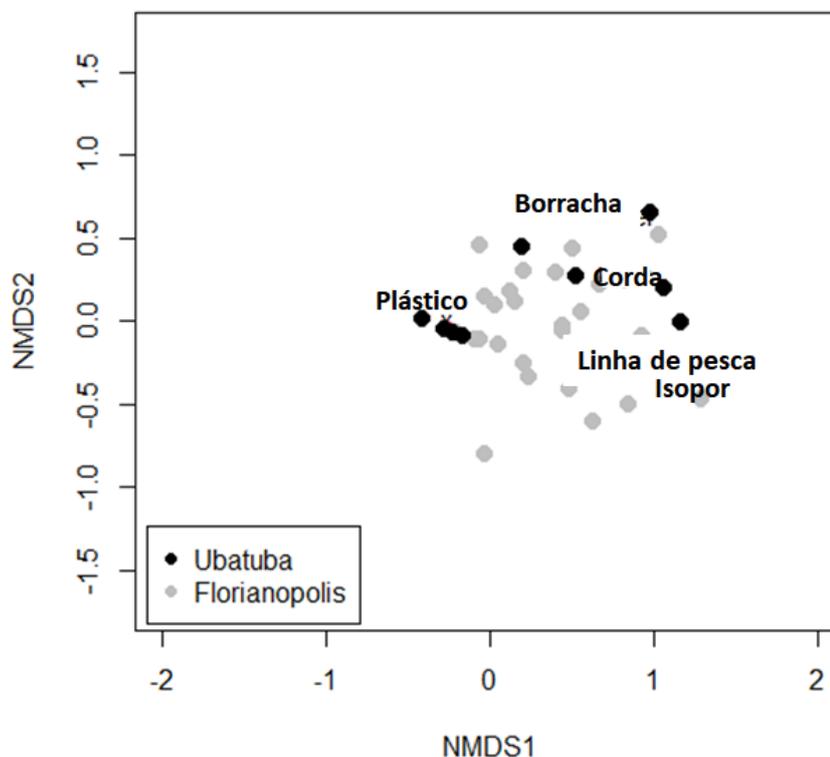
Tabela 7: Peso do alimento (g), peso do lixo (g) e quantidade de resíduos antropogênicos (em número de itens) encontrados no trato gastrointestinal das *Chelonia mydas* juvenis neríticas de Ubatuba-SP

Florianópolis

Animal	CCC	Peso	Sexo	IC	Peso	Peso	Quantidade
	(cm)	(kg)			Alimento	lixo	lixo
					(g)	(g)	(nº itens)
1	26.4	1.5	M	Intermediário	8.07	0.48	8
2	32.1	2.7	F	Ruim	30.86	3.14	40
3	32.2	3.1	F	Ruim	17.29	0.32	11
4	32.5	3	F	Ruim	0.00	0.00	0
5	36.1	4.1	F	Ruim	0.09	0.24	27
6	33	3	M	Intermediário	11.47	0.02	3
7	45.4	9.2	F	Bom	320.00	0.00	0
8	40.4	6	F	Ruim	62.04	0.12	2
9	34.2	3.8	F	Intermediário	11.85	11.58	193
10	37.5	5.3	F	Intermediário	0.95	2.98	85
11	28	3.2	F	Ruim	21.65	1.49	17
12	30	2.4	F	Ruim	57.84	0.00	0
13	26.7	2.1	M	Ruim	0.00	0.23	18
14	31.1	2.6	F	Ruim	9.52	3.33	108
15	30.5	2.6	M	Ruim	14.22	12.38	654
16	32.4	3.2	F	Ruim	38.21	3.63	223
17	31.8	2.9	F	Ruim	8.61	11.33	59
18	32.3	2.9	F	Ruim	33.01	0.34	5
19	30.7	3.1	F	Bom	0.00	1.09	26
20	29.5	2.8	F	Ruim	12.62	0.01	3
21	34.5	4.5	F	Ruim	58.36	0.00	0
22	88.5	70	F	Bom	0.00	0.00	0
23	37.8	5.2	F	Bom	0.00	0.11	3
24	32.7	2.6	M	Intermediário	0.02	9.44	525
25	30.3	2	F	Ruim	3.72	5.37	263
26	27.7	1.7	M	Ruim	0.13	12.05	470
27	31.3	5	F	Intermediário	1.51	9.03	357
28	29.1	2.7	F	Intermediário	0.00	2.45	137
29	29.9	2.5	F	Bom	19.07	5.36	466
30	28.3	2	F	Ruim	3.62	19.33	787
31	29.7	2.3	F	Ruim	0.00	19.73	558
32	46.2	8.7	M	Bom	87.28	2.89	197
33	32.2	3	M	Intermediário	4.94	12.14	346
34	32	3.2	F	Ruim	3.71	8.07	391
35	29.5	2.5	F	Bom	1.42	3.20	256
36	28.5	2.8	M	Bom	35.35	13.74	745
37	29.5	2	F	Ruim	0.03	16.53	453
38	35.4	3.2	F	Ruim	35.74	0.87	13

Em ambas as regiões, foram encontrados resíduos provenientes de sacos plásticos transparentes, pretos e coloridos, embalagens de produtos alimentícios, tampas de garrafa PET, tampa de caneta, rótulos, cordas, linhas de pesca de náilon, espuma, isopor, plásticos rígidos coloridos e transparentes, balões de festa, restos de fraldas descartáveis e fitilhos coloridos (Figura 18). Entretanto, a composição do lixo em Ubatuba e em Florianópolis é diferente (PERMANOVA: $F = 17.36$, $p < 0.001$). De acordo com a Figura 17, os animais de Ubatuba (representados pelos pontos negros) aparentemente tiveram mais acesso a itens provenientes de plásticos (flexíveis e rígidos), já que a maior concentração dos pontos encontra-se próxima a esse item. Os animais de Florianópolis, representados pelos pontos cinza, também tiveram grande acesso ao plástico, mas os pontos espalhados evidenciam que esses juvenis também ingeriram mais tipos de itens antropogênicos advindos de outros materiais.

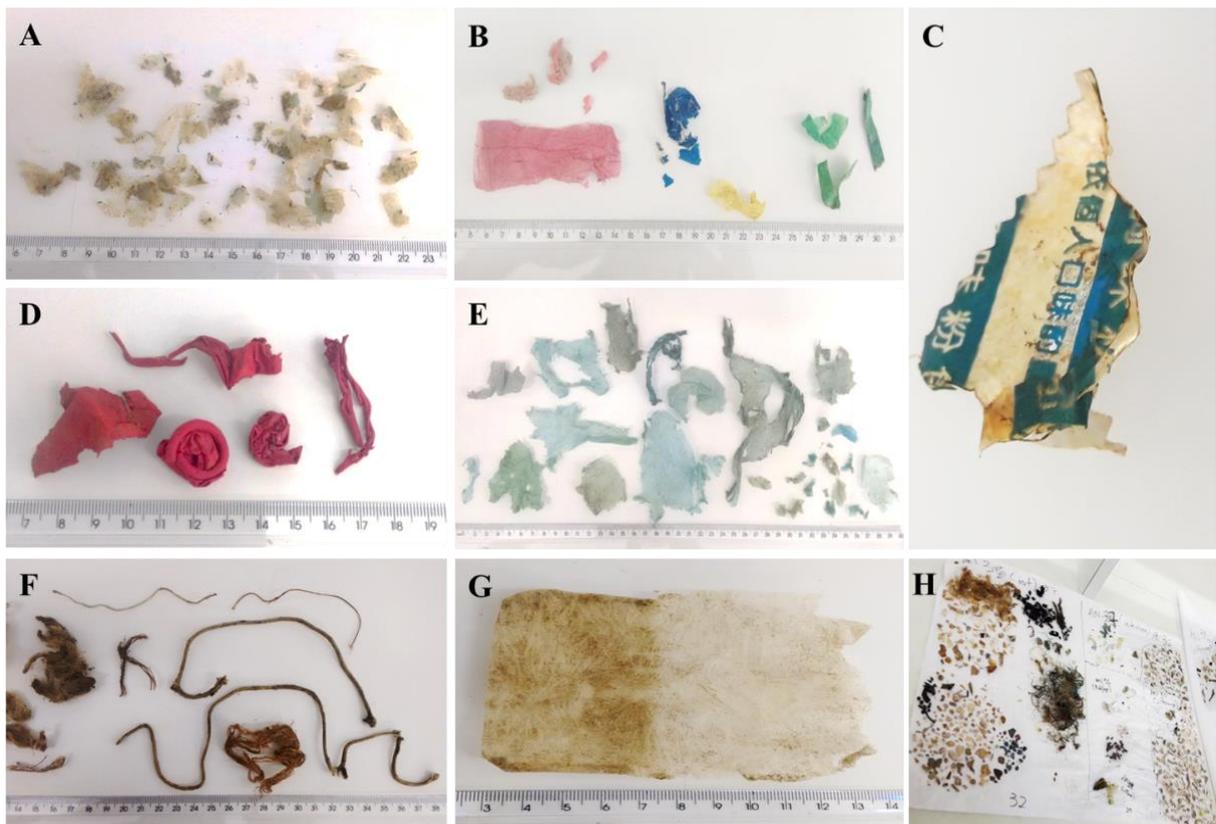
Figura 17: Itens antropogênicos ingeridos em maiores proporções por juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Ubatuba-SP (animais representados pelos pontos negros) e em Florianópolis-SC (animais representados pelos pontos cinza)



Os itens derivados de plástico foram os mais ingeridos pelas *C. mydas* tanto em número de itens, quanto em peso em relação ao peso total de lixo ingerido. Em Ubatuba, 72.7% dos animais ingeriram itens advindos de plásticos flexíveis, enquanto em Florianópolis

esses itens estavam presentes em 93.9% dos animais (Tabela 5). O plástico rígido também foi encontrado em um grande número de animais em Ubatuba e Florianópolis (45.5% e 78.8% dos animais, respectivamente), bem como a corda e a linha de pesca (45.5% e 54.5% em Ubatuba; 42.4% e 81.8% em Florianópolis, respectivamente) (Tabela 5). A presença de corda no trato gastrointestinal dos animais estava associada à presença de linhas de pesca. Todos os itens derivados de borracha eram provenientes de balões de festa (bexigas), principalmente de cor vermelha, e os itens classificados como “espuma” eram restos de esponjas/buchas de limpeza doméstica.

Figura 18: Lixo encontrado no trato gastrointestinal de *Chelonia mydas* juvenis neríticas. Foram encontrados materiais antropogênicos derivados de plástico flexível transparente (A e G), plástico flexível colorido (B e E), borracha (D), corda (E), além de vários itens advindos da pesca (linha de náilon) e de embalagens e rótulos de produtos alimentícios (C e H)

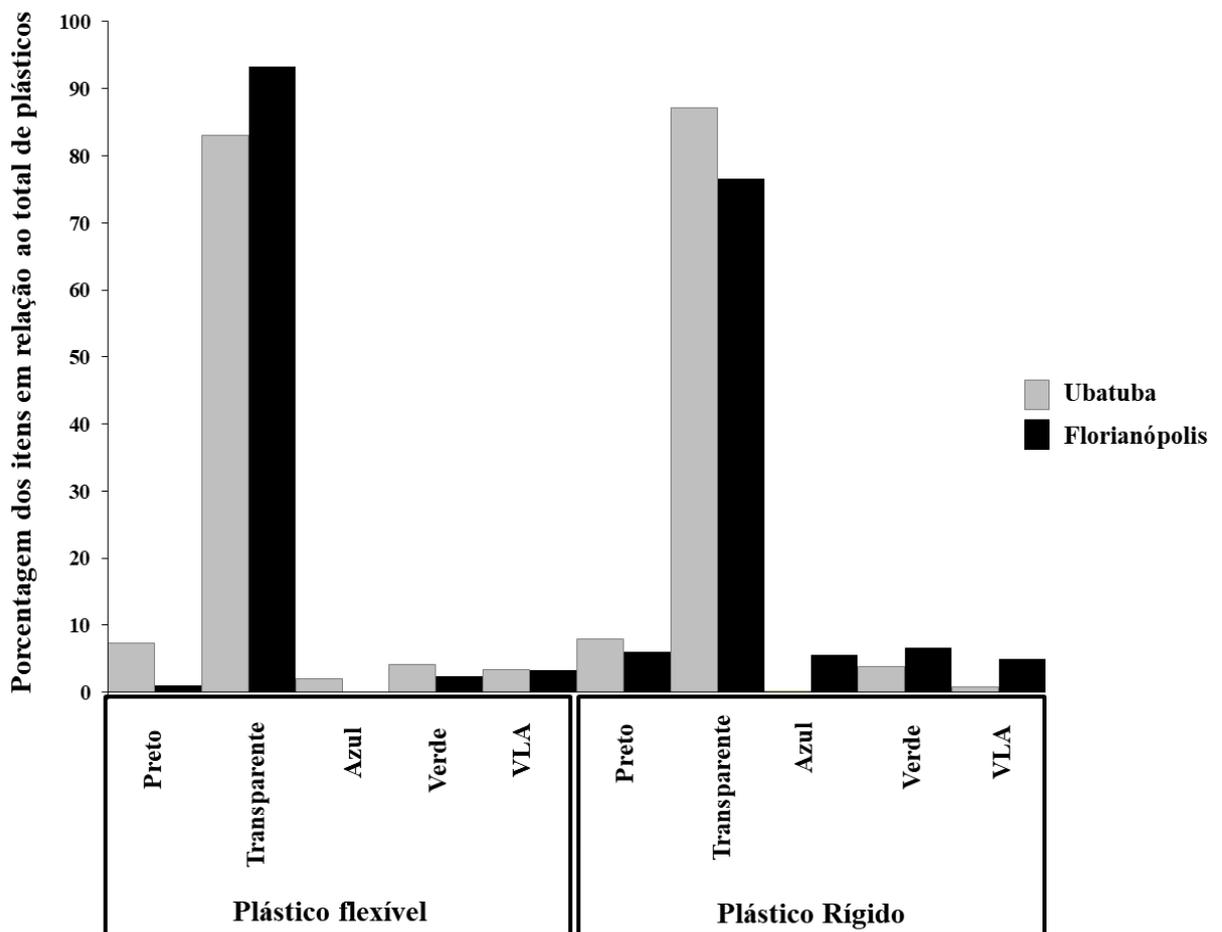


Com relação à análise de cor dos fragmentos ingeridos, foram utilizados apenas os itens provenientes de plásticos flexíveis e rígidos. Foram encontrados plásticos transparentes, pretos, azuis, verdes e VLA (vermelho, laranja e amarelo). Apesar de uma gama de cores considerável, os fragmentos transparentes foram encontrados em maiores quantidades nos

animais de ambas as regiões. Em Ubatuba, o plástico flexível de cor transparente representou 83.02% de todos os plásticos encontrados, enquanto o rígido representou 93%. A porcentagem encontrada em Florianópolis foi de 87.2% e 76.5%, respectivamente (Figura 19).

Os fragmentos plásticos de cor azul tiveram a menor frequência de ocorrência nos animais dentre todas as cores amostradas (de 0 - 5%).

Figura 19: Porcentagem das cores dos fragmentos plásticos (flexíveis e rígidos) encontrados no trato gastrointestinal de juvenis neríticos de *Chelonia mydas* em Ubatuba-SP (barras de cor cinza) e Florianópolis-SC (barras de cor negra)



4. DISCUSSÃO

4.1. Trato gastrointestinal

Todos os animais amostrados na região de Ubatuba e de Florianópolis eram animais juvenis neríticos, com CCC menor que 95cm, assim como encontrado por Romanini (2014) em um trabalho feito no litoral norte paulista e por Souza (2016) no litoral norte de Santa Catarina.

Tanto Ubatuba quanto Florianópolis apresentaram um número maior de indivíduos fêmeas em relação ao número de machos. Krebs e Davies (1996) afirmam que o sucesso reprodutivo se eleva com o número de acasalamentos para os machos, mas não para as fêmeas. Assim, como um único macho pode acasalar e fecundar várias fêmeas diferentes, um número maior de tartarugas fêmeas na natureza poderia aumentar o fitness da espécie. Além disso, os impactos do aumento da temperatura são pertinentes em espécies com determinação sexual dependente da temperatura, em que o sexo de um indivíduo é determinado pela temperatura de incubação durante o desenvolvimento embrionário (JANSEN, 1994; JENSEN et al., 2018). Nas tartarugas marinhas, a proporção de filhotes fêmea aumenta se a temperatura, no momento da incubação, for maior (JENSEN et al., 2018). Com o aumento da temperatura média global (IPCC, 2014), muitas populações de tartarugas marinhas podem estar correndo o risco de uma produção de filhotes majoritariamente fêmea. Assim, o maior número de tartarugas marinhas fêmea em detrimento ao número de machos também pode ser explicado pelo fator ambiental.

A temperatura do local também pode ser um fator associado ao tipo de alimentação escolhida durante o forrageio por tartarugas marinhas. *Chelonia mydas* é um animal ectotérmico, de forma que as variações da temperatura da água afetam sua taxa metabólica basal, o que causa variações em seus padrões de atividade (SOUTHWOOD et al., 2003; HAZEL et al., 2009). Segundo Bjorndal (1980), em temperaturas mais baixas, essas tartarugas têm necessidade fisiológica de reduzir o consumo de alimentos devido a uma diminuição na eficiência digestiva.

Três grupos de algas eucarióticas são reconhecidos com base nos pigmentos fotossintéticos: as rodófitas (algas vermelhas), as clorófitas (algas verdes) e as cromófitas (algas castanho-amareladas) (BICUDO; MENEZES, 2010). Os três grupos de algas foram encontrados nos tratos gastrointestinais das *C. mydas* de ambas as regiões amostradas, entretanto, as algas vermelhas apresentaram uma maior quantidade de gêneros em detrimento

às algas verdes e pardas. Ferreira (1968), em seu estudo na costa do Ceará, também encontrou predomínio de algas vermelhas na dieta das *C. mydas* em frequência de ocorrência e em número de espécies, corroborando, assim, os resultados encontrados nesse estudo. A grande disponibilidade de algas vermelhas no litoral brasileiro pode ser um possível fator associado à alta ingestão desse item alimentar em ambas as regiões. Bicudo e Menezes (2010) apontam predominância de algas vermelhas no Sudeste, assim como Lhullier (2005) descreve grande número de espécies na costa de Santa Catarina.

Em Ubatuba e em Florianópolis, os indivíduos, independentemente do sexo, tiveram conteúdo alimentar composto principalmente por algas, como já era esperado para juvenis neríticos da espécie. De forma geral, a composição da dieta das tartarugas marinhas está relacionada a diversos fatores, como a disponibilidade local de alimentos, a seletividade dos animais, e a digestibilidade e/ou o tipo de hábitat (BJORNDAL, 1980; GARNETT et al., 1985; BRAND-GARDNER et al., 1999). Um dos possíveis fatores associados à alta ingestão de algas é o fato de tartarugas juvenis apresentarem demandas relativas de energia mais altas do que os adultos, preferindo, portanto, áreas abrigadas onde o gasto energético durante as atividades de forrageio é menor se comparado a áreas expostas a ondas e correntes fortes (WIKELSKI et al., 1993; LÓPEZ-MENDILAHARSU et al., 2003; SEMINOFF et al. 2003; LÓPEZ-MENDILAHARSU et al., 2005). Logo, as regiões costeiras tornam-se importantes áreas de alimentação, e essas áreas apresentam abundância de algas.

Sazima e Sazima (1983), em seu trabalho sobre o levantamento da dieta da *C. mydas* no litoral norte paulista, descrevem que uma das algas mais abundantes na dieta dos animais foi *Sargassum* sp. Assim como encontrado pelos autores, o presente estudo também registra *Sargassum* sp., uma cromófita muito frequente em Ubatuba, como um importante item alimentar para juvenis neríticos de *C. mydas*. Assim, a alta ingestão do item pode estar associada à sua farta disponibilidade no local. Awabdi et al. (2013) concluíram que o consumo frequente de um determinado item, encontrado em abundância numa região, poderia estar relacionado a um comportamento oportunista. Desta forma, o animal poderia se adaptar a novos alimentos por estes estarem mais disponíveis.

A abundância dos itens alimentares nos locais de forrageio parece ter um papel importante na escolha da alimentação do animal. A ecologia alimentar das espécies pode variar de acordo com a área em que o animal forrageia, uma vez que a abundância, disponibilidade, distribuição e qualidade dos recursos influenciam na escolha da dieta (WHELAN; SCHMIDT, 2007; SANTOS, 2014). Animais em praias e regiões distintas podem forragear de formas diferentes, pois diferentes praias podem apresentar características

variadas, o que leva a uma diversidade biológica distinta entre elas (POLETTI; BATISTA, 2008). Além disso, a dieta de indivíduos de uma mesma população pode variar de acordo com o seu estado nutricional (SANTOS, 2014), com a influência das marés nas áreas de alimentação, com a presença de predadores e com a competição intraespecífica (FUENTES et al., 2006).

Em um estudo realizado em Ubatuba por Souza et al. (dados não publicados), juvenis neríticos de *C. mydas* amostradas nas mesmas praias, em diferentes períodos (2008 e 2015), ingeriram *Pterocladia* sp. em maiores FO e VP. Este dado sugere que, embora os animais possam ter preferência alimentar por esse gênero, a ingestão desta alga pode ser um reflexo do hábito oportunista, já que a maior oferta e facilidade de acesso ao recurso na área poderiam levar à sua maior ingestão. Esse fator poderia explicar o alto índice de ingestão de *Pterocladia* sp. em Florianópolis, uma vez que o litoral do estado de Santa Catarina apresenta flora rica em número de espécies, havendo um predomínio de algas vermelhas (LHULLIER, 2005). *Chelonia mydas* juvenis neríticas também apresentaram preferência alimentar por *Pterocladia* sp. em trabalhos realizados na Reserva do Arvoredo (REISSER et al., 2013), no litoral norte de Santa Catarina (SOUZA, 2016), no litoral baiano (SANTOS et al., 2011), em Ubatuba (FARIA, 2010; ROMANINI, 2014) e no Rio de Janeiro (RODRIGUES-AWABDI et al., 2013). Propriedades como inclusões cristalinas proteicas, alta energia, presença de proteínas e conteúdo de carboidratos solúveis tornam *Pterocladia* sp. um bom recurso alimentar (PUESCHEL, 1992; McDERMID et al., 2007).

Diferenças entre os sexos podem influenciar o padrão de uso dos habitats, gerando a exploração distinta dos recursos (BULTÉ et al., 2008). Em algumas espécies de cágados adultos, por exemplo, o dimorfismo sexual relacionado ao tamanho corpóreo é um fator que pode levar à adoção de diferentes estratégias para machos e fêmeas na exploração dos recursos (WEARMOUTH; SIMS, 2008), diferentemente de quando são juvenis, pois não apresentam dimorfismo sexual. As *C. mydas* também não apresentam dimorfismo sexual quando juvenis (GOMES et al., 2006), e essa informação pode ser atestada nesse trabalho, já que o tamanho corpóreo dos indivíduos entre os sexos foi muito semelhante. Além disso, em Ubatuba, machos e fêmeas consumiram praticamente os mesmos itens alimentares, com a diferença de que os machos ingeriram menores quantidades de *Pterocladia* sp. comparado as fêmeas e aos animais de Florianópolis. Em Florianópolis, por sua vez, fêmeas e machos apresentaram alto valor de IRI para *Pterocladia* sp. De acordo com essas observações, parece que não há diferença significativa na escolha do tipo de dieta entre juvenis machos e

fêmeas nas áreas de estudo. A preferência alimentar por algum gênero de alga pode ocorrer, mas isso não parece ser a principal razão pela qual um animal escolhe um item específico.

Nesse estudo, quando se analisa a dieta individual dos animais, fica evidente que a ecologia alimentar da espécie varia entre os indivíduos no que se refere à ingestão de matéria animal. Apesar da literatura mais antiga descrever a mudança ontogenética de uma dieta onívora para uma herbívora como abrupta e irreversível para algumas áreas (BJORN DAL, 1997), pesquisas recentes revelaram diferenças regionais no tempo deste processo (CARDONA et al., 2009), inclusive com elevados níveis de onivoria após o recrutamento (AMOROCHO; REINA, 2007; CARDONA et al., 2009, BURKHOLDER et al., 2011).

Um dos motivos pelos quais os juvenis neríticos de tartaruga marinha poderiam retomar uma dieta carnívora durante o pastejo seria a necessidade por vitaminas, minerais e aminoácidos essenciais que não podem ser adquiridos em uma dieta estritamente herbívora, mas que são importantes para o desenvolvimento do juvenil (BJORN DAL, 1985). Bugoni et al. (2003), Cardona et al. (2009), Araújo et al. (2009), Lemons et al. (2011) e Carman et al. (2014) apresentaram dados em que a dieta das tartarugas tinham predomínio de matéria animal, como moluscos, cefalópodes, ovos de peixes, peixes e crustáceos. Além disso, o hábito oportunista do animal, a disponibilidade do recurso e a facilidade de acesso a ele, assim como já discutido anteriormente para as algas, podem levar as *C. mydas* a se alimentarem de matéria animal.

Embora admita-se que alguns moluscos possam ter sido ingeridos acidentalmente devido ao seu pequeno tamanho (SEMINOFF et al., 2002), e por estarem associados as algas, alguns animais em Ubatuba ingeriram quantidades significativas de moluscos maiores, o que poderia sugerir uma ingestão deliberada. Por hipótese, animais maiores podem explorar recursos mais diversos (OSENBERG; MITTEL BACH, 1989), pois o tamanho corpóreo permite que esses animais se alimentem de uma variedade maior de recursos, inclusive de níveis tróficos mais altos (NAKAZAWA et al., 2010). Portanto, existem indivíduos que podem alternar períodos de pastejo com uma dieta carnívora (CARDONA et al., 2009). Quando observamos o trato gastrointestinal, os animais de Ubatuba que apresentaram maiores CCC e peso tiveram valores de IRI maiores para moluscos e material animal não identificado. Entretanto, apresentaram menor IRI para peixes. Outra hipótese que poderia explicar a presença de moluscos no trato gastrointestinal dos animais de Ubatuba e a ausência nos de Florianópolis seria uma menor disponibilidade de moluscos em Florianópolis. O tamanho corpóreo, nesse caso, poderia não estar relacionado com a ingestão do item, mas sim a disponibilidade do recurso no ambiente.

Além disso, os animais podem ingerir alguns itens que são totalmente, parcialmente ou não digeridos. Enquanto as partes indigeríveis passam pelo trato gastrointestinal sem serem absorvidas, o restante é digerido, absorvido e assimilado nos tecidos (PHILLIPS, 2012). Observações diretas e análises do conteúdo alimentar são, algumas vezes, difíceis de interpretar. Esses dados mostram o que a espécie ingeriu recentemente e em qual quantidade, mas a digestibilidade do item alimentar, bem como o que realmente é assimilado nos tecidos dos animais, não é levado em consideração (CAUT et al., 2008). Quando se trata de tartarugas marinhas, um item alimentar encontrado em grandes quantidades no trato gastrointestinal pode ser interpretado de forma errônea devido ao hábito oportunista do animal, já que esse item pode ter sido ingerido em altas proporções por ser abundante no local de forrageio (SOUZA et al., dados não publicados). Além disso, o animal pode ter ingerido certo item de baixa digestibilidade em grandes quantidades, fazendo com que o volume desse item seja grande no estômago, bem como pode ingerir um item com alta digestibilidade que, portanto, não é encontrado em grandes proporções no trato gastrointestinal. O fato de encontrarmos menores quantidades de peixe nos animais de Ubatuba, por exemplo, pode ser devido ao fato do animal não ter ingerido o item recentemente, logo este não foi observado na triagem. O mesmo pode ocorrer em Florianópolis: uma quantidade maior de itens animais poderia ter sido encontrada devido a uma ingestão recente dos mesmos. Dessa forma, os estudos com isótopos estáveis podem dar uma visão um pouco mais precisa da ecologia alimentar do animal, por mostrar o que é efetivamente assimilado pelo indivíduo.

Em um trabalho de Vélez-Rubio et al. (2015), 31.5% dos animais analisados apresentaram bicos de cefalópodes em seus tratos gastrointestinais. Todas as tartarugas eram animais juvenis e as *C. mydas* que apresentaram maiores quantidades de bico de cefalópodes eram animais com menores CCC. Florianópolis teve a maior incidência de bico de cefalópodes quando comparado a Ubatuba e, assim como no trabalho de Vélez-Rubio et al. (2015), eram animais menores. Um fato curioso da pesquisa, que também foi observado nesse trabalho, é que os animais que apresentaram esse item também possuíam grandes quantidades de material antropogênico no trato gastrointestinal. Os bicos de cefalópodes foram encontrados no intestino, junto aos fecalomas, e esses fecalomas possuíam grande quantidade de lixo associado a eles. A formação de fecalomas, que são massas de material fecal endurecido que obstruem o intestino, é favorecida pela ingestão de resíduos sólidos (AWABDI; SICILIANO; Di BENEDITO, 2012).

Apesar dos estudos não conseguirem explicar como juvenis de *C. mydas* predam os cefalópodes, o fato da presença dos bicos de cefalópodes estar associada à presença, em sua

maioria, do plástico (que flutua), leva alguns autores a sugerirem que os cefalópodes são ingeridos na superfície. O fato de animais caquéticos ficarem mais próximos à superfície, devido à dificuldade em mergulhar, pode ser um fator que explica a ingestão de lulas por animais com IC ruim.

Em uma pesquisa feita por Moraes et al. (2012), foram levantadas algumas hipóteses para explicar por que as *C. mydas* juvenis neríticas poderiam estar ingerindo cefalópodes. Primeiramente, as tartarugas podem ter morrido enquanto estavam no estágio de vida oceânico e foram levadas por correntes oceânicas até a costa. Logo, esses animais ainda não haviam recrutado e, por isso, ainda estavam se alimentando de matéria animal. Essa também poderia ser uma possível explicação para a ingestão de moluscos e peixes pelas *C. mydas* em ambas as regiões. A segunda hipótese é que as lulas foram ingeridas quando as *C. mydas* ainda estavam no hábitat oceânico, mas o bico dos cefalópodes permaneceu no intestino desses animais recrutados pelo fato desse item ser compostos de quitina (que pode se acumular durante meses no trato gastrointestinal dos vertebrados) (HERNÁNDEZ-GARCIA, 1995) e pelo fato dele ter sido encontrado associado ao fecaloma (logo, não foi expelido, já que o intestino encontrava-se obstruído). A terceira hipótese, que também poderia explicar a ingestão de moluscos e peixes, aponta que as tartarugas poderiam estar se movendo entre habitats costeiros e oceânicos. Como o momento da mudança ontogenética da dieta não é bem determinado para todos os indivíduos, pode ser que as *C. mydas* juvenis ainda não tenham alterado sua dieta para uma alimentação estritamente herbívora, mesmo estando na zona nerítica. Além disso, Hatase et al. (2006), discorre que algumas *C. mydas* podem fazer pequenas incursões ao ambiente oceânico, mesmo após o recrutamento.

Nos meses de verão, existem densas concentrações de cefalópodes sobre a plataforma continental catarinense. A pesca deste recurso é uma importante fonte de renda para os pescadores da região e, geralmente, algumas espécies de cefalópodes são consideradas capturas acessórias em operações de arrasto e, por isso, são descartadas em alto-mar (PEREZ et al., 2006). Assim, as *C. mydas* de Florianópolis poderiam se alimentar desses cefalópodes descartados pelos pescadores, de forma que a ingestão não seria por predação, mas sim devido a um “*scavenging behavior*”, ou seja, por aproveitamento de uma carcaça presente no ambiente (MORAIS et al., 2012; ANDRADES et al., 2012). Esse comportamento já foi observado em indivíduos de tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) que se alimentam de carcaças de peixes (LIMPUS et al., 2001). Esse poderia ser um fator presente também na região de Ubatuba, já que a pesca e o descarte de peixes poderia levar esses animais a ingerirem esse item alimentar. Além disso, levando em consideração o comportamento

supracitado, segundo Vaske Júnior e Rincón-Filho (1998), o conteúdo do intestino de peixes predadores eviscerados também poderia ser uma fonte de cefalópodes oceânicos para *C. mydas*. Por fim, segundo Xavier e Croxall (2007), após eventos naturais de desova, grandes quantidades de carcaças de lulas flutuam na superfície, o que poderia levar juvenis de *C. mydas* a se alimentarem dessas carcaças.

Alguns animais apresentaram material vegetal terrestre em seu conteúdo digestivo, o que pode ser reflexo do hábito oportunista e de se alimentarem próximos à costa, na qual há presença de material terrestre flutuante (originado de restinga e mata atlântica). Além de ser a tartaruga mais costeira dentre as espécies que ocorrem no Brasil (MÁRQUEZ, 1990), as *C. mydas* também podem se alimentar em estuários de rios e lagos (HIRTH, 1997), o que pode explicar a presença de material vegetal terrestre nos tratos gastrointestinais desses indivíduos. Em um estudo de Amorocho e Reina (2007), folhas de *Ficus* spp., *Ochroma* spp. e *Hibiscus* spp., bem como frutos de mangue, foram importantes grupos de itens alimentares para *C. mydas*, evidenciando uma dieta mista (terrestre e oceânica). Nagaoka et al. (2012) apontaram que *C. mydas* juvenis neríticas tinham uma dieta composta principalmente de itens associados a plantas flutuantes de mangue. Como esses animais ficaram presos em dispositivos de pesca chamados de “cercos fixos”, eles não conseguiam acessar recursos na costa, tendo acesso somente ao material terrestre flutuante que chegava até elas. Isso ilustra o hábito oportunista do animal, já que a ingestão do material vegetal terrestre foi devido a sua disponibilidade no local.

Ademais, considerando que foram encontrados animais caquéticos em Ubatuba e Florianópolis, e que esses animais tinham material vegetal terrestre no trato gastrointestinal, outro fator que poderia explicar a ingestão do item seria o fato de que indivíduos caquéticos (IC ruim), por passarem mais tempo na superfície, boiando, teriam mais acesso a esse tipo de alimento. Os animais de Florianópolis apresentaram maiores quantidades de material vegetal terrestre no trato gastrointestinal em detrimento aos animais de Ubatuba, o que poderia ser explicado já que os animais de Florianópolis foram os que apresentaram os menores IC.

A ingestão de penas de aves entre os animais de Florianópolis foi baixa e, provavelmente, assim como pode ter acontecido com o material vegetal terrestre flutuante, esse item pode ter sido ingerido oportunisticamente. Amorocho e Reina (2007) encontraram um grande número de penas de aves e insetos no trato gastrointestinal de *C. mydas* e consideraram que a ingestão desses itens era intencional por causa do hábito oportunista das tartarugas.

No geral, e em ambas as regiões, os indivíduos juvenis de *C. mydas* alimentaram-se principalmente de macroalgas. No entanto, devido à presença de matéria animal em alguns indivíduos não é correto afirmar que estes animais são estritamente herbívoros, mas sim majoritariamente herbívoros, podendo apresentar uma dieta com tendência à onivoria. Além disso, como não se sabe o momento exato da mudança ontogenética desses animais, tartarugas amostradas na zona nerítica podem não estar se alimentando apenas de material vegetal, o que leva a observação de itens animais no conteúdo do trato gastrointestinal. Assim, as tartarugas podem estar ingerindo principalmente algas porque são majoritariamente herbívoras, mas também podem estar se alimentando de matéria animal pelo fato de ainda não terem modificado sua alimentação (recrutamento), por necessidades nutricionais e fisiológicas, por maiores chances de encontro com o item devido sua disponibilidade, pela facilidade de acesso ao item, e por seu oportunismo na dieta.

4.2. Isótopos estáveis

Foram coletadas amostras de fígado, músculo, garra (base e ponta) e epiderme durante a necropsia dos juvenis neríticos de *C. mydas*.

Os isótopos são fracionados nos tecidos dos consumidores em velocidades e proporções diferentes, em função da atividade metabólica dos tecidos (MARTINELLI et al., 2009). Logo, diferentes tecidos tendem a assimilar diferentes proporções do item ingerido em uma velocidade dependente da sua atividade metabólica. Assim, tecidos com alta taxa metabólica irão refletir a dieta recente do animal, enquanto tecidos com baixa taxa metabólica irão refletir a dieta mais antiga (DeNIRO; EPSTEIN, 1978; 1981; DALERUM; ANGERBJÖRN, 2005).

O fígado, o músculo e base da garra são tecidos metabolicamente ativos e, portanto, refletem uma escala temporal recente. Assim, a composição isotópica desses tecidos reflete uma dieta adquirida há pouco tempo. A epiderme e ponta da garra, por sua vez, são tecidos mais lentos na taxa de *turnover*, refletindo uma escala temporal de alimentos consumidos durante períodos mais longos (HOBSON; CLARK, 1992; 1993; BOWEN et al., 2005). A taxa de *turnover* isotópico pode ser definida como o tempo em que um tecido leva para refletir a composição isotópica da dieta do animal (GANNES et al., 1998). Segundo Macavoy et al. (2005), isso ocorre devido ao crescimento e substituição dos tecidos. Portanto, pode-se dizer que as taxas de *turnover* variam entre os tipos de tecidos, já que estes possuem atividades metabólicas diferentes. Assim, a coleta de diferentes tecidos com distintas escalas temporais

apresenta-se como uma ferramenta importante para uma análise mais ampla da dieta de *C. mydas* utilizando-se isótopos estáveis. Vander Zanden et al. (2013) encontraram que o *turnover* da queratina da carapaça posterior de fêmeas adultas de *C. mydas* fornece informação de 2.4 a 6.5 anos. No entanto, estimativas de *turnover* de diferentes tecidos, principalmente de répteis, são escassos na literatura (WARNE et al., 2010), de forma que não se sabe quanto é o tempo exato para que cada tecido possa refletir a dieta assimilada.

A composição isotópica e a taxa de incorporação do conteúdo assimilado no tecido são dependentes do tamanho do animal, idade, status nutricional, ecologia alimentar, tecido amostrado, composição da dieta e eficiência na assimilação (CAUT et al., 2009; BOECKLEN et al., 2011). Por essa razão, a coleta das amostras de tecidos das tartarugas foi apenas de animais da espécie *C. mydas*, em estágio juvenil nerítico e com CCC e massa similares.

A similaridade das composições de carbono para fígado, músculo e base da garra poderia ser explicada visto que o tempo de formação desses tecidos é parecido. Logo, esses tecidos possivelmente estariam refletindo a mesma dieta de um período atual. Da mesma forma, isso poderia explicar por que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ para epiderme e ponta da garra, que tem um tempo de formação mais lento e mostram uma dieta mais antiga, são semelhantes entre si e diferentes dos outros tecidos. Em um estudo realizado por Barreto (2018), no qual fêmeas adultas de *C. mydas* tiveram seus tecidos analisados, a epiderme também apresentou $\delta^{13}\text{C}$ significativamente diferente dos tecidos com alta taxa de *turnover*.

O valor de $\delta^{13}\text{C}$ em ecossistemas marinhos varia dependendo do tipo de hábitat. Segundo France (1995), o valor de $\delta^{13}\text{C}$ no litoral tende a ser mais enriquecido em relação ao ambiente oceânico. Isso ocorre devido ao fato desses hábitats possuírem condições físicas, fontes de carbono inorgânico dissolvido (HCO_3 , CO_2), disponibilidade de CO_2 dissolvido, intensidade de luz, latitude e temperatura diferentes (HEMMINGA; MATEO, 1996; MARTINELLI et al., 2009). Como o carbono apresenta valores diferentes na costa e em oceano aberto (NEWSOME et al., 2010), os produtores e consumidores primários dessas duas zonas, que servirão de alimento para as *C. mydas*, possuem valores distintos de $\delta^{13}\text{C}$. Isso ocorre porque ambientes diferentes podem apresentar organismos de linha de base isotopicamente distintos (*baseline*, ou seja, os produtores na cadeia trófica) (MICHENER; LAJTHA, 2017). Logo, um animal que se alimenta na costa comparado a um indivíduo que se alimenta na zona oceânica apresentará valores diferentes de $\delta^{13}\text{C}$ na sua dieta basal.

Portanto, considerando que os tecidos amostrados apresentam diferentes escalas temporais, que os animais apresentam mudança ontogenética, e que ambientes costeiros e oceânicos são isotopicamente distintos (NEWSOME et al., 2010), a diferença dos valores

$\delta^{13}\text{C}$ entre os tecidos poderia estar evidenciando que os animais mudaram de um ambiente oceânico para um ambiente costeiro, e que esses indivíduos modificaram sua alimentação quando estavam em ambiente oceânico (representado pelos valores da epiderme e da ponta da garra) e nerítico (representado pelos valores de fígado, músculo e base da garra).

Além disso, considerando que o valor de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ pode variar entre as distintas regiões do globo (MONTROYA, 2007), o valor de $\delta^{13}\text{C}$ pode ser diferente nesses tecidos porque, no início da vida, essas *C. mydas* se alimentavam em outras localidades, diferentes da área onde se encontravam antes de morrerem. O $\delta^{13}\text{C}$ da epiderme e da ponta da garra pode estar mostrando uma diferença da dieta desses indivíduos em localidades distintas, evidenciando uma possível migração latitudinal (SOUZA, 2014).

As análises de conteúdo do trato gastrointestinal dos juvenis mostraram que estes ingerem maiores quantidades de alga em detrimento a outros itens alimentares. Considerando que as algas se desenvolvem próximas à costa, e que as *C. mydas* são caracterizadas por alimentarem-se em ambientes neríticos na fase juvenil (BJORNDAL, 1997; BRAND-GARDNER et al., 1999; MORAN; BJORNDAL, 2005; GAMA et al., 2016; VÉLEZ-RUBIO et al., 2016; EDRIS et al., 2018), os valores de $\delta^{13}\text{C}$ encontrados pelos tecidos metabolicamente ativos evidenciam o forrageio desses animais na zona nerítica.

Com relação aos valores de $\delta^{15}\text{N}$, a epiderme também se mostrou diferente de todos os tecidos, com exceção do músculo, em Florianópolis. Em seu trabalho, Barreto (2018) também não encontrou diferenças significativas de $\delta^{15}\text{N}$ entre os tecidos amostrados, com exceção da epiderme.

Essa diferença nos valores de epiderme em relação a quase todos os outros tecidos poderia ser explicada por que o animal modificou sua dieta de proteínas ao longo de sua trajetória. Entretanto, pelo fato da epiderme apresentar dados da alimentação das tartarugas marinhas quando eram mais jovens, seriam esperados valores maiores de $\delta^{15}\text{N}$ comparados aos outros tecidos, já que esses indivíduos tendiam à carnívoria.

Considerando que as *C. mydas* mudam de hábitat durante as diferentes fases da vida (BOLTEN, 2003), a epiderme irá refletir uma dieta de um local diferente do ambiente nerítico no qual ela, possivelmente, se encontrava antes de morrer. Quando se comparam valores de $\delta^{15}\text{N}$ de indivíduos que se alimentaram em áreas com *baseline* diferentes, a distinção nos valores $\delta^{15}\text{N}$ pode ocorrer pela diferença nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ dos produtores primários (MINIGAWA; WADA, 1984; MICHENER; LAJTHA, 2007). Portanto, a diferença nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ da epiderme em relação aos outros tecidos não seria devido a uma

alimentação mais ou menos proteica, mas sim por que a base da cadeia alimentar entre as regiões nerítica e oceânica possui valores diferentes de $\delta^{15}\text{N}$.

Quando as duas regiões são comparadas, os tecidos de Ubatuba apresentaram valores maiores de $\delta^{15}\text{N}$. Se os valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ das algas e peixes fossem naturalmente maiores em Ubatuba do que Florianópolis poderia ser inferido que não havia distinção na dieta de proteínas de *C. mydas* nas duas regiões. Entretanto, como os valores de $\delta^{15}\text{N}$ de algas e peixes são similares nas duas áreas, possivelmente as tartarugas de Ubatuba apresentaram valores maiores de $\delta^{15}\text{N}$ por que assimilam mais matéria animal.

No geral, as algas são classificadas como plantas C3 (HEMMINGA; MATEO, 1996), entretanto, foram encontrados valores de $\delta^{13}\text{C}$ muito variados nas regiões de Ubatuba e Florianópolis. Em Ubatuba, os valores de algas variaram de -22‰ a -13.8‰, enquanto em Florianópolis os valores variaram de -19‰ a -8.2‰. McMillan et al. (1980) mostraram, em um trabalho publicado sobre a variação de valores de $\delta^{13}\text{C}$ em plantas marinhas, que existe uma grande extensão de valores de $\delta^{13}\text{C}$ em algas e gramas marinhas. Em uma revisão que analisou mais de 48 espécies de plantas marinhas foi evidenciado que existiam valores de $\delta^{13}\text{C}$ de algas marinhas variando de -10‰ a -34‰. Portanto, a grande variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ para esse item alimentar era esperada no presente estudo.

Ao observar os valores médios dos itens alimentares e os valores encontrados para os isótopos nos tecidos dos animais percebe-se que estes não foram exatamente iguais, apesar do tecido refletir a dieta. A composição isotópica do carbono do item alimentar que um animal ingere (*input*) deve ser igual à composição isotópica integrada do carbono que é incorporado no corpo desse animal, juntamente com o que é perdido pela respiração e excreção (*output*) (DeNIRO; EPSTEIN, 1978). Ou seja, a composição isotópica do alimento ingerido não será exatamente a mesma encontrada no tecido do animal.

O modelo de mistura bayesiano (MIXSiar) baseia-se na premissa de que "você é o que você come", de forma que a composição isotópica do tecido do consumidor irá refletir a composição de sua dieta assimilada, ponderada pelas proporções dos itens alimentares ingeridos (PHILLIPS, 2012). Esse modelo irá examinar todas as possíveis combinações de fontes que poderiam resultar nos valores isotópicos encontrados no tecido do consumidor (LAYMAN et al., 2012). O MIXSiar estima a proporção das fontes alimentares na composição de uma determinada dieta levando em conta a composição isotópica dos indivíduos, a composição isotópica das fontes alimentares e o fracionamento isotópico entre dieta e tecido. Assim, utilizando-se os valores da média e desvio padrão do $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ do tecido do consumidor e dos potenciais itens alimentares ingeridos e assimilados, juntamente

com o fator de discriminação isotópico, tem-se uma proporção de quanto cada um dos itens alimentares integra o tecido do consumidor.

Pelo fato de um animal não refletir exatamente o valor isotópico daquilo que ele assimila faz-se importante utilizar o fator de discriminação isotópico nas análises de dieta, que é definido como a diferença na composição isotópica entre um animal e sua dieta (CAUT et al., 2008). McCutchan et al. (2003) e Robbins et al. (2005) afirmam que os fatores de discriminação isotópicos podem variar dependendo do ambiente, níveis tróficos, tipos fisiológicos, táxons, tecidos, procedimentos de tratamento de amostras, qualidade da dieta e outros fatores.

Observando os valores mais altos de $\delta^{15}\text{N}$ e os valores de proporção de itens alimentares encontrados pelo MIXSiar, fica evidente que os animais de Ubatuba assimilaram mais matéria animal do que as *C. mydas* de Florianópolis. Apesar dos animais de Florianópolis apresentarem maiores quantidades de matéria animal no trato gastrointestinal, a epiderme não reflete o que o indivíduo ingeriu e assimilou a pouco tempo atrás. Quando observamos o fígado, que reflete uma dieta mais recente, os animais de Florianópolis, bem como os de Ubatuba, apresentaram valores maiores de $\delta^{15}\text{N}$. Ainda assim, Ubatuba continua apresentando valores mais elevados de $\delta^{15}\text{N}$ em todos os tecidos em detrimento aos de Florianópolis.

Os tecidos do consumidor refletem a composição da dieta assimilada (PHILLIPS, 2012), de forma que encontrar mais matéria animal no trato gastrointestinal das *C. mydas* de Florianópolis não significa que esse item é assimilado nos tecidos em maiores proporções. O animal pode apresentar determinado item ingerido que não é bem absorvido e assimilado em seu corpo. Bjorndal (1997) e Mortimer (1982) afirmam que a microflora do trato gastrointestinal influencia na seleção da dieta do animal, de forma que as tartarugas juvenis desenvolvem uma microflora específica para a digestão mais eficiente, por exemplo, ou de alga, ou de grama marinha. Assim, a microflora pode influenciar diretamente no alimento que é assimilado, independentemente dele ter ou não sido ingerido. Nesse sentido, as análises dos dados isotópicos dos tecidos mostraram-se muito importantes em conjunto com a análise de conteúdo alimentar por triagem, pois estas apresentaram resultados um pouco diferentes daqueles observados apenas a partir dos conteúdos do trato gastrointestinal.

Ainda que haja a presença de matéria animal advinda de peixes e cefalópodes no trato gastrointestinal dos animais de Florianópolis, a maior proporção da dieta assimilada é de algas. Diferentemente de Ubatuba, que parece ainda ter juvenis neríticos alternando períodos

de pastejo com períodos de uma dieta carnívora (HATASE et al., 2006), os animais de Florianópolis parecem já ter recrutado para a zona nerítica e modificado sua alimentação para uma dieta preferencialmente herbívora. Além disso, Lenz (2013) aponta que as *C. mydas* encontradas no Paraná (sul do Brasil), estão em um estágio de recrutamento com cerca de 30–40 cm de CCC, e a média de CCC dos animais de Florianópolis foi um pouco maior do que 30 cm.

Portanto, pelo fato da epiderme evidenciar uma dieta mais antiga do que os outros tecidos, parece que os animais de Florianópolis apresentavam uma dieta majoritariamente herbívora anteriormente aos animais de Ubatuba. Entretanto, isso também poderia sugerir que a disponibilidade de peixes (por meio do descarte na pesca, por exemplo) e moluscos na região de Ubatuba, os melhores índices corpóreos dos animais, e o maior CCC das *C. mydas* poderiam ser fatores ligados à maior ingestão de matéria animal pelas tartarugas dessa região.

4.3. Material antropogênico

A partir da análise dos resultados referentes à ingestão de lixo, constatou-se que os juvenis neríticos de *C. mydas* de Ubatuba e de Florianópolis apresentavam materiais antropogênicos no trato gastrointestinal, sendo que os resíduos sólidos foram encontrados no estômago e no intestino, associado aos fecalomas. Contudo, os animais amostrados na região de Florianópolis apresentaram maiores quantidades de lixo do que os animais de Ubatuba.

As variáveis que podem estar envolvidas na ingestão de lixo são a disponibilidade de lixo no ambiente, a estratégia de forrageio, o oportunismo, a detecção do lixo (cor) e o tipo de dieta desses animais (RYAN, 1987; LUTZ, 1970; SANTOS, 2014).

Assim como ocorre com todos os animais, as *C. mydas* selecionam uma dieta que seja mais nutritiva a partir do menor investimento em gasto de energia. Em locais onde os itens alimentares são limitados e dispersos, o gasto energético na busca por um alimento específico pode ser maior que o ganho energético que esse alimento irá proporcionar (BJORNDAL, 1997). Nesse caso, a tartaruga marinha pode ingerir uma dieta mista, pouco seletiva, com intuito de otimizar seu saldo energético final. Essa estratégia de forrageio pode levar o animal a se alimentar de lixo, haja vista a disponibilidade dos resíduos sólidos no ambiente, a facilidade de acesso a eles e o baixo custo energético utilizado para adquiri-los. Um animal que encontra um fragmento plástico durante sua atividade de forrageio não irá gastar quantidades relevantes de energia ou tempo para ingeri-lo, já que o plástico não irá tentar escapar, por exemplo. Além de praticamente não haver nenhum custo de tempo ou energia

para ingerir o resíduo, a ingestão do lixo parece ainda mais óbvia quando considera-se que o animal pode confundir o lixo com uma presa potencial (SCHUYLER et al., 2012; ROBERTSON et al., 2013), e que as tartarugas marinhas não possuem papilas gustativas para auxiliar na identificação do item alimentar (DE MELO, 2019).

A partir dos dados de dieta desse estudo, ficou evidente que os animais de Florianópolis ingerem e assimilam maiores quantidade de algas do que os animais de Ubatuba. Assim como pontuado por Guimarães et al. (2007), as algas podem acumular resíduos sólidos em suspensão, o que poderia levar às tartarugas a ingerirem maiores quantidades de lixo enquanto ingerem esse alimento. De toda forma, considerando que os animais das duas regiões alimentaram-se majoritariamente de algas, a ingestão do lixo poderia estar associada ao hábito alimentar desses animais. Nesse caso, a ingestão de lixo poderia ser acidental.

Os dados de dieta também evidenciaram que os animais de Florianópolis ingeriram maiores quantidades de cefalópodes, e que essa ingestão estava altamente relacionada com a presença de lixo no trato gastrointestinal. Pelo fato desses animais, possivelmente, ingerirem lulas na superfície da água (segundo apontam as hipóteses), essa estratégia de forrageio também poderia estar levando os animais de Florianópolis a ingerirem mais lixo. Santos (2014) mostrou em seu estudo que os animais que forrageavam na coluna d'água estavam mais propensos a ingerirem maiores quantidades de lixo, o que corrobora aos dados aqui encontrados. Robertson et al. (2013) aponta que o lixo não é confundido com o alimento apenas por que eles são semelhantes, mas também por que o lixo tem a mesma propriedade de alguns itens alimentares: ele flutua.

Em um trabalho realizado por Santos (2014) foi demonstrado que os animais de Florianópolis, além de terem maior frequência na ingestão de lixo do que os animais de Ubatuba, também possuíam maiores índices de mortalidade observada e mortalidade potencial relacionada ao consumo dos resíduos. No trabalho supracitado, todos os indivíduos que vieram a óbito devido à ingestão de lixo eram animais caquéticos, apontando que a morte pelo consumo de resíduos provavelmente é derivada de um processo crônico. Faz-se importante pontuar que, algumas vezes, um único fragmento de lixo pode provocar alterações incompatíveis a vida do animal, levando-o a óbito (SANTOS, 2014). Um pedaço do resíduo sólido pode passar pelo intestino de uma tartaruga muitas vezes sem se alojar no intestino, mas durante o trânsito, esse detrito pode se orientar, por exemplo, de modo a bloquear o intestino (LUTZ, 1990), ou até mesmo perfurá-lo, causando a morte do animal. Ademais, a

presença de qualquer fragmento de lixo, mesmo que em pequenas quantidades e em menores tamanhos, pode ser letal para as tartarugas marinhas.

Apesar dos dados de IC não terem apresentado correlação significativa com a maior ou menor taxa de ingestão de lixo, fica evidente que deve existir algum tipo de relação entre esses fatores, haja vista que mais de 60% dos animais de Ubatuba e mais de 70% dos de Florianópolis que apresentavam lixo em seus tratos gastrointestinais eram caquéticos. Além disso, as *C. mydas* de Florianópolis apresentaram os maiores índices de caquexia, e também apresentaram as maiores proporções de resíduos sólidos no trato gastrointestinal. Lutz (1990) afirma que a taxa de ingestão de detritos pode aumentar quando a ingestão de alimentos é comprometida ou reduzida, o que geralmente é reflexo de animais com IC ruim. Geralmente, esses indivíduos tem dificuldade em forragear e, muitas vezes, encontram-se muito próximos à superfície, boiando. Estudos controlados em que foram apresentadas pequenas quantidades de detritos às tartarugas marinhas demonstraram que, quando com fome, esses animais consomem ativamente material plástico (LUTZ, 1990; LUTZ; ALFARO-SCHULMAN, 1991). Dessa forma, animais que já se encontram debilitados podem ingerir quantidades ainda maiores de resíduos sólidos, o que explicaria, em partes, a maior ingestão de materiais antropogênicos pelas *C. mydas* de Florianópolis.

O número de fragmentos de plástico na superfície da água é mais abundante próximo às zonas costeiras e nos giros oceânicos, onde o lixo se acumula (ERIKSEN et al., 2014; JAMBECK et al., 2015). Como tal, tartarugas que se alimentam em águas superficiais próximas à costa - onde há grande descarga de lixo terrestre, como é o caso dos juvenis neríticos de *C. mydas*, apresentam grande probabilidade de ingerir resíduos sólidos (WILCOX et al, 2018). Além disso, estudos feitos no giro oceânico do Atlântico Sul demonstraram grande quantidade de materiais antropogênicos acumulados, principalmente aqueles oriundos dos plásticos (RYAN, 2014). Esse giro, que perpassa pela região Sul do Brasil, incluindo Santa Catarina, poderia ser um dos fatores que explicaria a maior ingestão de lixo pelos animais amostrados em Florianópolis em detrimento àqueles de Ubatuba. Dessa maneira, a maior disponibilidade do lixo e a maior oportunidade de encontro dos animais com esses resíduos poderiam aumentar as chances de ingestão dos materiais antropogênicos.

O plástico foi o material ingerido em maiores quantidades pelos animais das duas populações, assim como encontrado por Tourinho (2010), Schuyler et al. (2012), Santos (2014), Schuyler et al. (2014), Wilcox et al. (2018), entre outros. O plástico tornou-se o componente dominante dentre os detritos marinhos, representando 80% do lixo encontrado no oceano (DERRAIK, 2002; BOYLE; LIMPUS, 2008) e, no caso do sul do Atlântico,

representando 97% dos itens (RYAN, 2014). Assim, a chance de encontro do animal com resíduos advindos de plástico aumentou o que pode facilitar a ingestão, mesmo que acidental, desses itens. As tartarugas marinhas são animais oportunistas, logo são mais propensas a ingerirem lixo do que animais especialistas (SANTOS, 2014).

Uma das hipóteses levantadas para explicar a ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas é que as sacolas plásticas se assemelham a águas vivas, que são presas típicas desses animais (MROSOVSKY, 1981). Além disso, os itens de borracha também podem ser confundidos com itens alimentares. Schuyler et al. (2014), assim como nesse estudo, constatou que os itens de borracha encontrados nos animais eram advindos de fragmentos de balões de festa. Burchette (1989) afirma que os balões de hélio que são liberados no ambiente passam por um processo onde o balão se fragmenta em longas cadeias, e Schuyler et al. (2014) aponta que a fragmentação desses balões gera estruturas semelhantes a tentáculos, o que poderia ser confundido com águas vivas ou cefalópodes. Outros estudos também já relataram a ingestão de bexigas por tartarugas marinhas (STAMPER et al., 2009; TOURINHO, 2010), o que pode evidenciar a ingestão desse resíduo devido a sua semelhança com um item alimentar. Embora isso possa ser uma explicação plausível quando as tartarugas ingerem sacolas plásticas ou balões, isso não explica a ingestão de outras formas de plásticos, isopor, espuma, outros tipos de borracha, cordas ou linhas de pesca de náilon (TOMAS et al., 2002). Nestes casos, o que possivelmente poderia explicar o consumo desses itens seria a ingestão acidental, o oportunismo e o estado nutricional do animal, somado à fome.

Constantino e Salmon (2003) apontam que as tartarugas marinhas são animais que utilizam principalmente a visão para se orientar no momento do forrageio. Esses animais têm capacidade de discriminar cores (FRITSCHES; WARRANT, 2013), sendo a cor um fator primordial na seleção de alimentos (SCHUYLER et al., 2014). Em um estudo executado por Schuyler et al. (2014), tartarugas neríticas selecionaram ativamente plásticos transparentes, evitando plásticos coloridos, principalmente da cor azul. Nesse trabalho, os animais também ingeriram maiores quantidades de plástico transparente e menores quantidades de plástico azul. Além disso, nesse estudo, os itens flexíveis foram encontrados em maior número em detrimento aos demais. Aparentemente, as tartarugas também selecionam o plástico baseado em sua flexibilidade, além de sua translucidez (SCHUYLER et al., 2014).

Schuyler et al. (2014) apontam que, por serem extremamente visuais, as tartarugas não tendem a ingerir detritos que refletem nos comprimentos de onda curtos, como é o caso de plásticos azuis. Além disso, os plásticos azuis podem ser menos visíveis em contraste ao fundo azul do oceano aberto, diferentemente de objetos escuros, que se destacam melhor

(LYTHGOE, 1988). Esse poderia ser um dos motivos que levou esses animais a ingerirem sacos plásticos de cor preta em maiores quantidades dentre os plásticos coloridos. Ademais, pode ser que haja uma quantidade reduzida de plástico azul no oceano comparado às outras cores, o que diminuiria a chance de encontro do item, levando a baixa ingestão de plásticos com essa cor.

De forma geral, fica evidente que os materiais antropogênicos, principalmente aqueles derivados de plásticos transparentes flexíveis, são consumidos por juvenis neríticos de *C. mydas* em ambas as regiões, seja pela disponibilidade dos resíduos no meio, facilidade de encontro do lixo – que é influenciado por sua cor, textura e quantidade, estratégia de forrageio do animal, tipo de alimentação e oportunismo, local o qual o animal se encontra e estado nutricional da tartaruga.

5. CONCLUSÃO

No presente estudo, buscou-se entender a ecologia alimentar de juvenis de *Chelonia mydas* em duas regiões do Brasil que apresentam características físicas, climáticas, geológicas, econômicas e sociais totalmente distintas. Para isso, foram feitas análises dos conteúdos gastrointestinais desses animais, bem como seus tecidos foram coletados para análises isotópicas.

Os resultados dessas duas metodologias distintas e complementares mostraram que as *C. mydas* de ambas as regiões são preferencialmente herbívoras, mas que ainda existe ingestão de matéria animal por esses organismos, principalmente peixes e bivalves em Ubatuba e cefalópodes em Florianópolis. A ingestão de material animal pode estar relacionada a diversos fatores como oportunismo, necessidade de vitaminas e minerais, facilidade de encontro do item, “*scavenging behavior*”, ou até a ingestão acidental.

Os animais das duas localidades não apresentaram diferenças entre os sexos na seleção de recursos. *Sargassum* sp. e *Pterocliadiella* sp. foram os gêneros encontrados em maiores proporções no trato gastrointestinal desses indivíduos.

Os animais de Florianópolis parecem estar em estágio mais avançado de recrutamento do que os animais de Ubatuba, apesar de apresentarem menores CCC, pois os dados isotópicos de seus tecidos atestam uma alimentação baseada praticamente em algas. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ também revelaram que os animais realmente mudam de hábitat (oceânico e nerítico) durante seu amadurecimento, e que a dieta basal dessas tartarugas se modifica com a mudança de hábitat.

Em relação à ingestão de lixo, as tartarugas das duas localidades apresentaram itens provenientes de plástico, monofilamento de pesca, corda, espuma, borracha e isopor, sendo o plástico flexível o resíduo mais ingerido. Os itens plásticos apresentaram diferentes colorações, mas o plástico transparente foi o item encontrado em maiores quantidades no trato gastrointestinal dos indivíduos de Ubatuba e Florianópolis. Os animais de Florianópolis mostraram-se mais susceptíveis à ingestão de materiais antropogênicos em geral, apresentando maior ingestão de lixo do que os animais de Ubatuba. As maiores proporções de lixo foram encontradas em animais caquéticos, entretanto, animais considerados “saudáveis” também apresentaram resíduos antropogênicos no trato gastrointestinal.

Diante desses resultados e das lacunas encontradas para a interpretação de alguns dados, algumas sugestões para estudos futuros sobre a dieta desses animais são: desenvolver estudos com indivíduos para determinação de *turnover* e fator de discriminação para

diferentes tecidos; coleta de itens alimentares oceânicos, bem como neríticos, para que as predições sobre movimentação dos indivíduos nos habitats seja mais fundamentada; coleta de sangue dos animais para comparar com os itens encontrados no trato gastrointestinal, com intuito de entender o que o animal realmente está assimilando da dieta atual; e, por fim, sugere-se observação direta da interação das tartarugas com os barcos de pesca, a fim de entender um pouco mais sobre “*scavenging behavior*” nessa espécie.

Também são feitas sugestões de estudos futuros com relação aos materiais antropogênicos. Sabe-se que não se faz possível a remoção total dos detritos que já se encontram nos ecossistemas marinhos, mas pesquisas que visem à formulação de estruturas de contenção de macro lixos devem ser desenvolvidas. Ademais, faz-se necessária a consolidação de políticas públicas, apoio e investimento ao desenvolvimento dessas novas tecnologias.

Outra ação, talvez mais eficaz, porém mais trabalhosa, é a diminuição na produção de alguns itens plásticos, bem como a redução do seu uso e substituição por embalagens 100% biodegradáveis. Entretanto, além da redução no consumo de embalagens plásticas descartáveis, é necessário o desenvolvimento de uma economia mais sustentável, que apoie a substituição dos itens plásticos existentes no mercado.

Para que isso aconteça, estudos que atestem o impacto do lixo na sociedade devem ser desenvolvidos. Esse trabalho, assim como tantos outros, atesta a presença de lixo no oceano e a interação dele com a vida marinha. Entretanto, muitas vezes não é possível usar as leis existentes para mitigar a contaminação no oceano porque não se têm certeza sobre a natureza e a extensão do risco do lixo marinho para os seres humanos. Assim, sugere-se a execução de mais estudos que discutam os impactos ecológicos do lixo na natureza e na vida do ser humano, já que estes são fundamentais para pressionar medidas mitigadoras e efetivas ao combate do uso insustentável do plástico. Pesquisas atuais já mostram que o plástico atua como um disruptor endócrino, podendo interferir na síntese e ação de hormônios, responsáveis por funções como metabolismo, crescimento, desenvolvimento, reprodução, sono e estado de ânimo (MOLLO TANGARA, MONTAÑO CABRERA, 2013).

Devido à complexidade do problema do lixo e aos fatores supracitados, torna-se necessária uma abordagem sistêmica e integrada, na qual o governo, a indústria, a academia e a sociedade possam trabalhar conjuntamente.

O gerenciamento do lixo é um dever de todos, e a mudança de hábitos é imprescindível. Reciclar ainda é importante, mas reduzir e substituir o uso do plástico é essencial.

REFERÊNCIAS

- 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**, Luhe, v. 3, n. 1, p. 43-51, 2007.
- ANDRADES, R.; DOS SANTOS, R. A.; MARTINS, A. S.; TELES, D.; SANTOS, R. G. Scavenging as a pathway for plastic ingestion by marine animals. **Environmental Pollution**, Barking, v. 248, p. 159-165, 2019.
- ARAÚJO, R. M.; LONGO, G. O.; YOSHIDA, E. T. E.; SANTOS, R. A.; HORTA, P. A. 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.
- ARAÚJO, M. C.; SILVA-CAVALCANTI, J. S. Dieta indigesta: milhares de animais marinhos estão consumindo plásticos. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 10, n. 5, p. 74-81, 2016.
- ARTHUR, K. E.; BOYLE, M. C.; LIMPUS, C. J. Ontogenetic changes in diet and habitat use in green sea turtle (*Chelonia mydas*) life history. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 362, p. 303-311, 2008.
- 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**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 197-200, 2013.
- BARNES, D. K.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.
- BARRETO, C. R. **Alometria reprodutiva e isotópica de tartaruga-verde *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758): relações entre tamanho corporal, dieta e investimento reprodutivo.** 2018. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- BARTOL, S. M.; MUSICK, J. A. Sensory biology of sea turtles. In: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A.; WYNEKEN, J. (Ed.). **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 2003. chap. 8, p. 79-102.
- BICUDO, C.; MENEZES, M. **As algas do Brasil: Introdução.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. v. 1, p. 49-60.
- BJORDNAL, K. A. Nutrition and grazing behavior of the green turtle *Chelonia mydas*. **Marine Biology**, Berlin, v. 56, p. 147-154, 1980.
- BJORDNAL, K. A. Nutritional ecology of sea turtles. **Copeia**, New York, v. 3, p. 736-751, 1985
- BJORDNAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: LUTZ, P. L.; MUSICK J. A. (Ed.). **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 199-230.

- BJORNDAL, K. A. Priorities for research in foraging habitats. In: ECKERT, K. L.; BJORNDAL, K. A.; ABREU-GROBOIS, F. A.; DONNELLY, M. (Ed.). **Research and management techniques for the conservation of sea turtles**. Washington, DC: IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, 1999. 248 p. (Publication, 4).
- BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; LAGUEUX, C. J.; JACKSON, D. R. Dietary overlap in three sympatric congeneric freshwater turtles (*Pseudemys*) in Florida. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 2, p. 430-433, 1997.
- BJORNDAL, K. A.; SUGANUMA, H.; BOLTEN, A. B. Digestive fermentation in green turtles, *Chelonia mydas*, feeding on algae. **Bulletin of Marine Science**, Coral Gables, v. 48, p. 166-171, 1991.
- BOECKLEN, W. J.; YARNES, C. T.; COOK, B. A.; JAMES, A. C. On the use of stable isotopes in trophic ecology. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, Palo Alto, v. 42, p. 411-440, 2011.
- BOERGER, C. M.; LATTIN, G. L.; MOORE, S. L.; MOORE, C. J. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 12, p. 2275-2278, 2010.
- BOLTEN, A. B. Variation in sea turtle life history patterns: Neritic vs. Oceanic development all stages. In: LUTZ, P. L.; MUSICK J. A. (Ed.). **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 2003. p. 243-257.
- BOND, A. L.; DIAMOND, A. W. Recent Bayesian stable-isotope mixing models are highly sensitive to variation in discrimination factors. **Ecological Applications**, Tempe, v. 21, n. 4, p. 1017-1023, 2011.
- BOUTTON, T. W. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II. Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environments. In: COLEMAN, D. C.; FRY, B. (Ed.). **Carbon isotope techniques**. San Diego: Academic Press, 1991. p. 173-185.
- BOWEN, G. J.; WASSENAAR, L. I.; HOBSON, K. A. Global application of stable hydrogen and oxygen isotopes to wildlife forensics. **Oecologia**, Berlin, v. 143, p. 337-348, 2005.
- BOYLE, M. C.; LIMPUS, C. J. The stomach contents of post-hatchling green and loggerhead sea turtles in the southwest Pacific: an insight into habitat association. **Marine Biology**, Berlin, v. 155, p. 233-241, 2008.
- BRAND-GARDNER, S. J.; LANYON, J. M.; LIMPUS, C. J. Diet selection by immature green turtles, *Chelonia mydas*, in subtropical Moreton Bay, southeast Queensland. **Australian Journal of Zoology**, Melbourne, v. 47, p. 181-191, 1999.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 42, n. 12, p. 1330-1334, 2001.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Diet of sea turtles in Southern Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 4, n. 3, p. 15-18, 2003.
- BULTÉ, G.; GRAVEL, M. A.; BLOUIN-DERMERS, G. Intersexual niche divergence in northern map turtles (*Graptemys geographica*): the roles of diet and habitat. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 86, p. 1235-1243, 2008.

- BURCHETTE, D. **A study of the effect of balloon releases on the environment**. Essex: National Association of Balloon Artists, 1989. 20 p.
- CARDONA, L.; AGUILAR, A.; PAZOS, L. Delayed ontogenic dietary shift and high levels of omnivory in green turtles (*Chelonia mydas*) from the NW coast of Africa. **Marine Biology**, Berlin, v. 156, n. 7, p. 1487-1495, 2009.
- CARMAN, V. G.; BOTTO, F.; GAITÁN, E.; ALBAREDA, D.; CAMPAGNA, C.; MIANZAN, H. A jellyfish diet for the herbivorous green turtle *Chelonia mydas* in the temperate SW Atlantic. **Marine Biology**, Berlin, v. 161, p. 339-349, 2014.
- CAUT, S.; ANGULO, E.; COURCHAMP, F. Variation in discrimination factors ($\Delta^{15}\text{N}$ and $\Delta^{13}\text{C}$): the effect of diet isotopic values and applications for diet reconstruction. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 46, n. 2, p. 443-453, 2009.
- CAUT, S.; ANGULO, E.; COURCHAMP, F. Caution on isotope model use for analyses of consumer diet. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 86, p. 438– 445, 2008.
- CHANGE, Intergovernmental Panel On Climate. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, RK Pachauri and LA Meyer (eds.)]. **IPCC**, Geneva, Switzerland, 2014.
- CLIFF, G.; DUDLEY, S. F. J.; RYAN, P. G.; SINGLETON, N. Large sharks and plastic debris in KwaZulu-Natal, South Africa. **Marine and Freshwater Research**, East Melbourne, v. 53, n. 2, p. 575–581, 2002.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DO SÃO PAULO – CETESB. **Relatório de qualidade das praias litorâneas no estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2017. 167 p.
- CONSTANTINO, M. A.; SALMON, M. Role of chemical and visual cues in food recognition by leatherback posthatchlings (*Dermochelys coriacea*). **Zoology**, Jena, v. 106, p. 173–181, 2003.
- CRAWFORD, K.; MCDONALD, R. A.; BEARHOPS, S. Applications of stable isotope techniques to the ecology of mammals. **Manual Review**, Hoboken, v. 38, p. 87-107, 2008
- DALERUM, F.; ANGERBJÖRN, A. Resolving temporal variation in vertebrate diets using naturally occurring stable isotopes. **Oecologia**, Berlin, v. 144, p. 647–658, 2005.
- CLIMATE-DATA.ORG. **DCCM - Dados Climáticos para Cidades Mundiais**. Clima Ubatuba. Oedheim, DE, 2019. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/34847/>. Acesso em: 02 maio 2019.
- DE MELO, L. F., CABRERA, M. L., RODRIGUES, A. C. B., TURQUETTI, A. D. O. M., LOPES, E. Q., RICCI, R. E. G. Morphological Description of the Green Turtle Tongue (*Chelonia mydas*). **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 5, 2019.
- DENIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Oxford, v. 42, p. 495–506, 1978.
- DENIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Oxford, v. 45, p. 341–351, 1981.

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

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

EDRIS, Q. L.; LEITE, C. S.; SILVA, C. S. A.; MELO, L. F.; FANELLI, C. Análise do conteúdo alimentar de tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) mortas em encalhes na Costa de Peruíbe, litoral Sul de São Paulo. **Unisanta BioScience**, Santos, v. 7, n. 6, p. 77-98, 2018.

ERIKSEN, M.; LEBRETON, L. C.; CARSON, H. S.; THIEL, M.; MOORE, C. J.; BORERRO, J. C.; REISSER, J. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PloS One**, San Francisco, v. 9, n. 12, e.111913, 2014. doi: 10.1371/journal.pone.0111913.

FARIA, A. F. D. **Estudo da dieta de juvenis de *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no litoral de Ubatuba, SP**. 2010. Dissertação (Mestrado em Comportamento e Biologia Animal) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

FEDERAÇÃO DE CONVENCION & VISITORS BUREAUX DO ESTADO DE SANTA CATARINA – FCVB/SC. Florianópolis, 2016. Disponível em: <http://floripaconvention.com.br/index.asp?dep=31>. Acesso em: 07 jun. 2019.

FERREIRA, C. J.; BROLLO, M. J.; UMMUS, M. E., NERY, T. D. Indicadores e quantificação da degradação ambiental em áreas mineradas, Ubatuba (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, p. 141-152, 2008.

FERREIRA, M. M. Sobre a alimentação da aruanã, *Chelonia mydas* Linnaeus, ao longo da costa do estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 83-86, 1968.

FLINT, M.; PATTERSON-KANE, J.; MILLS, P.; LIMPUS, C. **A veterinarian's guide for sea turtle post mortem examination and histological investigation**. Brisbane: University of Queensland, 2009.

FOSSI, M. C.; PANTI, C.; GUERRANTI, C.; COPPOLA, D.; GIANNETTI, M.; MARSILI, L.; MINUTOLI, R. Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 64, n. 11, p. 2374-2379, 2012.

FRITSCHES, K. A.; WARRANT, E. J. Vision. In: WYNEKEN, J.; LOHMANN, K. J.; MUSICK, J. A. (Ed.). **The biology of sea turtles**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2013. p. 31-58.

FRY, B. **Stable isotope ecology**. New York: Springer Science & Business Media, 2006.

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**, Melbourne, v. 33, p. 671–678, 2006.

GALLO, B. M.; MACEDO, S.; GIFFONI, B. D. B.; BECKER, J. H.; BARATA, P. C. Sea turtle conservation in Ubatuba, southeastern Brazil, a feeding area with incidental capture in coastal fisheries. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 5, p. 93-101, 2006.

- GAMA, L. R.; DOMIT, C.; BROADHURST, M. K.; FUENTES, M. M.; MILLAR, R. B. 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**, Luhe, v. 542, p. 209-219. 2016.
- GANNES, L. Z.; DEL RIO, C. M.; KOCH, P. Natural abundance variations in stable isotopes and their potential uses in animal physiological ecology. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, New York, v. 119, n. 3, p. 725-737, 1998.
- GARNETT, S. T.; PRICE, I. R.; SCOTT, F. J. The diet of the green turtle, *Chelonia mydas*, in Torres Strait. **Australian Wildlife Research**, East Melbourne, v. 12, p. 103-112, 1985.
- GEORGE, R. H. Health problems and diseases of sea Turtle. In: LUTZ, P. L.; MUSICK J. A. (Ed.). **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1996. p. 363-385.
- GILARDI, K. V. K.; CARLSON-BREMER, D.; JUNE, J.A.; ANTONELIS, K.; BROADHURST, G.; COWAN, T. Marine species mortality in derelict fishing nets in Puget Sound, WA and the cost/benefits of derelict net removal. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 376–382, 2010.
- GILMAN, E.; GEARHART, J.; PRICE, B.; ECKERT, S.; MILLIKEN, H.; WANG, J.; CHALOUPEK, M. Mitigating sea turtle by-catch in coastal passive net fisheries. **Fish and Fisheries**, v. 11, n. 1, p. 57-88, 2010.
- GILLIS, A. J.; CERIANI, S. A.; SEMINOFF, J. A.; FUENTES, M. M. P. B. Foraging ecology and diet selection of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) in the Western Bahamas: insights from stable isotope analysis and prey mapping. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 599, p. 225-238, 2018.
- GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; TOULMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, New York, v. 327, n. 5967, p. 812-818, 2010.
- GOLDSTEIN, M. C.; GOODWIN, D. S. Gooseneck barnacles (*Lepas spp.*) ingest microplastic debris in the North Pacific Subtropical Gyre. **PeerJ**, Corte Madera, v. 1, p. 184, 2013.
- GREGORY, M. R. Environmental implications of plastic debris in marine settings: entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 36, p. 2013–2025, 2009.
- GREY, J. S. J.; THACKERAY, R. I.; JONES, A. Ferox trout (*Salmo trutta*) as “Russian dolls”: Complementary gut content and stable isotope analyses of the Loch Ness foodweb. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 47, p. 1235–1243, 2002.
- GROSSMAN, A.; MENDONÇA, P.; COSTA, M. R.; BELLINI, C. Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserve, Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v. 118, p. 12-13, 2007.
- GUEBERT-BARTHOLO, F. M.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, Luhe, v. 13, p. 131–143, 2011.
- GOMES, M.G.T, SANTOS, M.R.D, HENRY, M. Tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil: hábito e aspectos da biologia da reprodução. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, p. 19-27, 2006.

HAMANN, M.; GODFREY, M. H.; SEMINOFF, J. A.; ARTHUR, K., BARATA; P. C. R., BJORNDALE; K. A.; CASALE, P. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. **Endangered Species Research**, Luhe, v. 11, n. 3, p. 245-269, 2010.

HATASE, H.; SATO, K.; YAMAGUCHI, M.; TAKAHASHI, K.; TSUKAMOTO, K. Individual variation in feeding habitat use by adult female green sea turtles (*Chelonia mydas*): are they obligately neritic herbivores? **Oecologia**, Berlin, v. 149, p. 52-64, 2006.

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**, Amsterdam, v. 371, n. 1, p. 84-92, 2009.

HEMMINGA, M. A.; MATEO, M. A. Stable carbon isotopes in seagrasses: variability in ratios and use in ecological studies. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 140, p. 285-298, 1996.

HERNÁNDEZ-GARCÍA, V. The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, in the Central East Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. **Fishery Bulletin**, Washington, DC, v. 93, p. 403-411, 1995.

HIRTH, H. F. **Synopsis of the biological data on Green Turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758)**. Washington, DC: US Fish and Wildlife Service. 126 p. (Biological Report, 97/1).

HOBSON, K. A.; CLARK, R. G. Turnover of ¹³C in cellular and plasma fractions of blood: implications for nondestructive sampling in avian dietary studies. **The Auk**, Chicago, v. 110, p. 638-641, 1993.

HOORNWENG, D.; BHADA-TATA, P.; KENNEDY, C. Waste production must peak this century. **Nature**, London, v. 502, p. 615-617, 2013.

HOPEWELL, J.; DVORAK, R.; KOSIOR, E. Plastics recycling: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences**, London, v. 364, n. 1526, p. 2115-26, 2009.

HYSLOP, E.J. Stomach contents analysis - a review of methods and their application. **Conservation Biology**, Boston, v. 2, p. 411-429, 1980.

ICMBio/MMA **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF., 2018. v. 1, 492 p. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf. Acesso em: 03 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=420540&search=santa-catarina/florianopolis>. Acesso em: 07 jun. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home2/index>. Acesso em: 02 maio 2019.

IUCN – The World Conservation Union. 2016. IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/search>. Acesso em: 29 junho 2016.

JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, New York, 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.

JENSEN, M. P., ALLEN, C. D., EGUCHI, T., BELL, I. P., LACASELLA, E. L., HILTON, W. A., DUTTON, P. H. Environmental warming and feminization of one of the largest sea turtle populations in the world. **Current Biology**, v. 28, n. 1, p. 154-159, 2018.

KOCH, V., PECKHAM, H., MANCINI, A., EGUCHI, T. Estimating at-sea mortality of marine turtles from stranding frequencies and drifter experiments. **PLoS One**, v.8, n. 2, 2013.

KREBS, J. R.; DAVIES, N. B. **Introdução à ecologia comportamental**. São Paulo: Atheneu, 1996.

LAIST, D. W. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 18, p. 319–326, 1987.

LAYMAN, C. A.; ARAUJO, M. S.; BOUCEK, R.; HAMMERSCHLAG-PEYER, C. M.; HARRISON, E.; JUD, Z. R.; POST, D. M. Applying stable isotopes to examine food-web structure: an overview of analytical tools. **Biological Reviews**, New York, v. 87, n. 3, p. 545-562, 2012.

LAZAR, B.; ZULJEVIC, A.; HOLCER, D. Diet composition of a green turtle, *Chelonia mydas*, from the Adriatic Sea. **Natura Croatica**, v. 19, n. 1, p. 263, 2010.

LEMONS, G.; LEWISON, R.; KOMOROSKE, L.; GAOS, A.; LAI, C.T.; DUTTON, P.; EGUCHI, T.; LEROUX, R.; SEMINOFF, J. A. Trophic ecology of Green sea turtle in a highly urbanized bay: Insights from stable isotopes and mixing models. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 405, p. 25-32, 2011.

LENZ, A. J. **Estimativa de idade e crescimento de *Caretta caretta* e *Chelonia mydas* no litoral sul do Brasil através de esqueletocronologia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

LHULLIER, C. **Triagem de macroalgas bênticas do litoral de santa catarina biomonitorada pelo ensaio de letalidade para larvas de *Artemia salina* e investigação fitoquímica de *Pterocladia capillacea***. 2005. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

LIMPUS, C. J. R. P. C. The loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Queensland: observations on interesting behaviour. **Wildlife Research**, Melbourne, v. 12, n. 3, p. 535-540, 1985.

LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; GARDNER, S. C.; SEMINOFF, J. A. *Chelonia mydas agassizii* (East Pacific green turtle) diet. **Herpetological Review**, v. 34, p. 139–140, 2003.

LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; GARDNER, S. C.; SEMINOFF, J. A.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. **Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Chichester, v. 15, n. 3, p. 259-269, 2005.

- LUTZ, P. L. Studies on the ingestion of plastic and latex by sea turtles. In: WORKSHOP ON THE FATE AND IMPACT OF MARINE DEBRIS, 1990, Honolulu. **Proceedings...** Honolulu: National Marine Fisheries Service, 1990. p. 719-735.
- LUTZ, P.L., ALFARO-SCHULMAN, A.A. The effects of chronic plastic ingestion on Green Sea Turtle, Report NOAA SB21-WCH06134, U.S. Department of Commerce, Miami, FL, 1991.
- LYTHGOE, J. N. Light and vision in the aquatic environment. In: ATEMA, J.; FAY, R. R.; POPPER, A. N.; TAVOLGA, W. N. (Ed.). **Sensory biology of aquatic animals**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p. 57–82.
- MACALI, A.; SEMENOV, A.; VENUTI, V.; CRUPI, V.; D'AMICO, F.; ROSSI, B.; BERGAMI, E. Episodic records of jellyfish ingestion of plastic items reveal a novel pathway for trophic transference of marine litter. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 6105, 2018.
- MACAVOY, S.E; MACKO, S.A; ARNESON, L.S. Growth versus metabolic tissue replacement in mouse tissues determined by stable carbon and nitrogen isotope analysis. **Canadian Journal Zoology**, Ottawa, v. 83, p. 631-641, 2005.
- MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A. S.; SALES, G. **Plano de Ação Nacional para Conservação das Tartarugas Marinhas**. Brasília, DF: ICMBio, 2011.
- 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**, Amsterdam, v. 3, n. 2, p. 39-62, 2005.
- MARKIC, A.; GAERTNER, J. C.; GAERTNER-MAZOUNI, N.; KOELMANS, A. A. Plastic ingestion by marine fish in the wild. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, Boca Raton, 2019. doi: 10.1080/10643389.2019.1631990.
- MÁRQUEZ, R. M. **Sea turtles of the world**. Rome: FAO, 1990. (FAO Fisheries Synopsis, 125).
- MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B.; FERRAZ, E. S.; VICTORIA, R. L.; CAMARGO, P. B.; MOREIRA, M. Z. **Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- MCCUTCHAN J. H.; LEWIS W. M. J. R.; KENDALL, C.; MCGRATH C. C. Variation in the trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. **Oikos**, Copenhagen, v. 102, p. 378–390, 2003.
- MCDERMID, K. J.; STUERCKE, B.; BALAZS, G. H. Nutritional composition of marine plants in the diet of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Hawaiian Islands. **Bulletin of Marine Science**, Coral Gables, v. 81, n. 1, p. 55-71, 2007.
- MCMILLAN C.; PARKER P.L.; FRY, B. $^{13}C/^{12}C$ ratios in sea-grasses. **Aquatic Botanic**, Amsterdam, v. 9, p. 237-249, 1980.
- MEAGER, J.; LIMPUS, C. **Marine wildlife stranding and mortality database annual report 2011**. III. Marine Turtle. Brisbane: Department of Environment and Heritage Protection, 2012. 46 p. (Conservation Technical and Data Report, 3).
- MICHENER, R.; LAJTHA, K. (Ed.). **Stable isotopes in ecology and environmental science**. Chichester: John Wiley and Sons, 2007.

MINAGAWA, M.; WADA, E. Step-wise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and their action between $\Delta^{15}\text{N}$ and animal age. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, Oxford, v. 48, p. 1135-1140, 1984.

MOLLO TANGARA, J.C., MONTAÑO CABRERA, L.A. Disruptores Endocrinos en el Plástico (BisfenolA y Ftalatos). **Revista Científica**, v. 11, p. 19, 2013.

MONTOYA, J. P. Natural abundance of ^{15}N in the marine environment. In: MICHENER, R.; LAJTHA, K. (Ed.). **Stable isotopes in ecology and environmental science**. Chichester: John Wiley and Sons, 2007. p. 176–20.

MORAIS, R. A.; DOS SANTOS, R. G.; LONGO, G. O.; YOSHIDA, E. T. E.; STAHELIN, G. D.; HORTA, P. A. Direct evidence for gradual ontogenetic dietary shift in the green turtle, *Chelonia mydas*. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 13, n. 2, p. 260-266, 2014.

MORAIS, R. A.; LONGO, G. O.; SANTOS, R. A.; YOSHIDA, E. T. E.; STAHELIN, G. D.; HORTA, P. A. Cephalopod ingestion by Juvenile Green Sea turtles (*Chelonia mydas*): predatory or Scavenging behavior? **Herpetological Review**, Lawrence, v. 43, n. 1, p. 47-50, 2012.

MORAN, K. L.; BJORN DAL, K. A. Simulated green turtle grazing affects structure and productivity of seagrass pastures. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 305, p. 235–247, 2005.

MORTIMER, J. A. Feeding ecology of sea turtles. In: BJORN DAL, K. A. (Ed.). **Biology and conservation of sea turtles**. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1982.

MROSOVSKY, N. Plastic jellyfish. **Marine Turtle Newsletter**, Woods Hole, v. 17, p. 5-7, 1981.

MURRAY, F.; COWIE, P. R. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 62, n. 6, p. 1207–1217, 2011.

MUSICK, J. A.; LIMPUS, C. J. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. (Ed.). **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 137–163.

NAGAOKA, S. M.; MARTINS, A. S.; SANTOS, R. G.; TOGNELLA, M. M. P.; OLIVEIRA FILHO, E. C.; SEMINOFF, J. A. Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. **Marine Biology**, Berlin, v. 159, n. 3, p. 573–581, 2012.

NAGASAWA, H. The crustacean cuticle: structure, composition and mineralization. **Frontiers in Bioscience**, Lausanne, v. 4, p. 711-720, 2012.

NAKASHIMA, S. B. **Dieta da tartaruga-verde *Chelonia mydas* Linnaeus, 1758 (Testudines, Cheloniidae) no litoral norte do Rio Grande do Sul**. 2008. 38 p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

NARO-MACIEL, E.; HART, K. M.; CRUCIATA, R.; PUTMAN, N. F. DNA and dispersal models highlight constrained connectivity in a migratory marine megavertebrate. **Ecography**, Hoboken, v. 40, n. 5, p. 586-597, 2017.

NELMS, S. E.; PINIAK, W. E.; WEIR, C. R.; GODLEY, B. J. Seismic surveys and marine turtles: An underestimated global threat? **Biological Conservation**, Barking, v. 193, p. 49-65, 2016.

NEWSOME, S. D.; CLEMENTZ, M. T.; KOCH, P. L. Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. **Marine Mammal Science**, Fort Wayne, v. 26, n. 3, p. 509-572, 2010.

NOAA MARINE DEBRIS PROGRAM. **Report on the impacts of “ghost fishing” via derelict fishing gear**. Silver Spring, 2015. 25 p.

NOAA NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION MARINE DEBRIS PROGRAM. **Report on the occurrence and health effects of anthropogenic debris ingested by marine organisms**. Silver Spring, 2014. 19 p.

OSENBERG, C. W.; MITTELBAACH, G. C. Effects of body size on the predator-prey interaction between pumpkinseed sunfish and gastropods. **Ecological Monographs**, Amsterdam, v. 59, p. 405-432, 1989.

PARNELL, A. C.; INGER, R.; BEARHOP, S.; JACKSON, A. L. Source partitioning using stable isotopes: coping with too much variation. **Plos One**, San Francisco, v. 5, n. 3, e9672, 2010. doi: 10.1371/journal.pone.0009672.

PEREZ, J.; SCHETTINI, C. A.; BURATT, J.; MACHADO, M. J. A pesca de lulas (Mollusca: Cephalopoda) na Ilha do Arvoredo (SC): Características e Relações Ecológicas, Verão de 1996. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, v. 1, n. 1, p. 9-22, 2006.

PHILLIPS, D. L.; GREGG, J. W. Source partitioning using stable isotopes: coping with too many sources. **Oecologia**, Berlin, v. 136, p. 261–269, 2003.

PHILLIPS, D. L.; NEWSOME, S. D.; GREGG, J. W. Combining sources in stable isotope mixing models: alternative methods. **Oecologia**, Berlin, v. 144, p. 520–527, 2005.

PHILLIPS, D. L. Converting isotope values to diet composition: the use of mixing models. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 93, n. 2, p. 342-352, 2012.

POLETO, C. R. B.; BATISTA, G. T. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 3, n. 2, p. 106-121, 2008.

PROVENCHER, J. F.; BOND, A. L.; HEDD, A.; MONTEVECCHI, W. A.; MUZAFFAR, S. B.; COURCHESNE, S. J.; DURINCK, J. Prevalence of marine debris in marine birds from the North Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 84, n. 1-2, p. 411-417, 2014.

PUESCHEL, C. M. Protein crystals in *Haplogloia kuckuckii* (Chord- ariales, Phaeophyceae): another mechanism for nitrogen storage in brown algae? **Phycology**, London, v. 33, p. 91–96, 1994. doi: 10.2216/i0031-8884-33-2-91.1

REISSER, J.; PROIETTI, M.; SAZIMA, I.; KINAS, P.; HORTA, P.; SECCHI, E. Feeding ecology of the green turtle (*Chelonia mydas*) at rocky reefs in western South Atlantic. **Marine Biology**, Berlin, v. 160, p. 3169-3179, 2013.

RIGON, C. T. **Análise da ingestão de resíduos sólidos e impacto no trato gastrointestinal em juvenis de *Chelonia mydas* (Linneus, 1758) no litoral norte e médio leste do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2012. Graduação (TCC) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé/Osório, 2012.

ROBBINS, C. T.; FELICETTI, L. A.; SPONHEIMER, M. The effect of dietary protein quality on nitrogen isotope discrimination in mammals and birds. **Oecologia**, Berlin, v. 144, p. 534–540, 2005.

ROBERTSON, B.; REHAGE, J. S.; SIH, A. Ecological novelty and the emergence of evolutionary traps. **Trends in Ecology & Evolution**, Amsterdam, v. 28, n. 9, p. 552–60, 2013.

RODRIGUES-AWABDI, D.; SICILIANO, S.; DI BENEDETTO, 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**, Cambridge, v. 6, n. 5, p. 1-6, 2013.

ROMANINI, E. **Ecologia alimentar de tartarugas-verdes, *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758), em Ilhabela e Ubatuba–litoral norte de São Paulo, Brasil**. 2014. Graduação (TCC) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

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

RYAN, P. G. Litter survey detects the South Atlantic ‘garbage patch’. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 79, n. 1-2, p. 220-224, 2014.

SANCHES, T. M.; BELLINI, C. Juvenile *Eretmochelys imbricate* and *Chelonia mydas* in the Archipelago of Fernando de Noronha, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 2, n. 2, p. 308-311, 1999.

SANTOS, R. G. D. **Variação na dieta da tartaruga verde, *Chelonia mydas*, e o impacto da ingestão de lixo ao longo da costa brasileira**. 2014. 95 p. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Espírito Santos, Vitória, 2014.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Aspectos de comportamento alimentar e dieta da tartaruga marinha, *Chelonia mydas* no litoral norte paulista. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 199-203, 1983.

SCHULMAN, A. A.; LUTZ, P. The effect of plastic ingestion on lipid metabolism in the green turtle (*Chelonia mydas*). In: ANNUAL WORKSHOP ON SEA TURTLE BIOLOGY AND CONSERVATION, 12., 1995, Jekyll Island. **Proceedings...** Miami: US Department of Commerce, National Oceanographic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, 1995.

SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. **PloS One**, San Francisco, v. 7, n. 7, e40884, 2012.

SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. Global analysis of anthropogenic debris ingestion by sea turtles. **Conservation Biology**, Boston, v. 28, n. 1, p. 129-139, 2014.

SEMINOFF, J. A. *Chelonia mydas* (Green turtle). In: **IUCN Red List of Threatened Species**. A Global Species Assessment. Gland, 2004. e.T4615A11037468. doi: 10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T4615A11037468.en. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/search>. Acesso em: 02 jul. 2019.

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**, Athens, n. 36, v. 3, p. 447-454, 2002.

SEMINOFF, J. A.; JONES, T. T.; RESENDIZ, A.; NICHOLS, W. J.; CHALOUKKA, M. Y. Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: multiple indices to describe population status. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 83, n. 6, p. 1355-1362, 2003.

SOUTHWOOD, A. L.; REINA, R. D.; JONES, V. S.; JONES, D. R. Seasonal diving patterns and body temperatures of juvenile green turtles at Heron Island, Australia. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 81, n. 6, p. 1014-1024, 2003.

SOUZA, G. M. **Abundância relativa sazonal e ameaças potenciais a juvenis de tartaruga verde (*Chelonia mydas*) em duas áreas do Atlântico Sul Ocidental**. 2016. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2016.

STAMPER, M. A.; SPICER, C. W.; NEIFFER, D. L.; MATHEWS, K. S.; FLEMING, G. J. Morbidity in a juvenile green sea turtle (*Chelonia mydas*) due to ocean-borne plastic. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 40, p. 196–198, 2009.

STEPHANIS, R. D.; GIMENEZ, J.; CARPINELLI, E.; GUTIERREZ-EXPOSITO, C.; CAÑADAS, A. As main meal for sperm whales: Plastics debris. **Marine Pollution Bulletin**, London, v. 69, n. 1-2, p. 206–214, 2013.

THOMPSON, R. C.; MOORE, C. J.; VOM SAAL, F. S.; SWAN, S. H. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 364, n. 1526, p. 2153–2166, 2009.

TIAGO, G. G. Análise da frota pesqueira sediada em Ubatuba, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22, p. 71–83, 1995.

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

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

TURNER TOMASZEWICZ, C. N.; SEMINOFF, J. A.; PRICE, M.; KURLE, C. M. Stable isotope discrimination factors and between-tissue isotope comparisons for bone and skin from captive and wild green sea turtles (*Chelonia mydas*). **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, London, v. 31, n. 22, p. 1903-1914, 2017.

VANDER ZANDEN, H. B.; BJORN DAL, K. A.; BOLTEN, A. B. Temporal consistency and individual specialization in resource use by green turtles in successive life stages. **Oecologia**, Berlin, v. 173, p. 767-777, 2013.

VASKE-JÚNIOR, T.; RINCÓN-FILHO, G. Conteúdo estomacal dos tubarões azul (*Prionace glauca*) e anequim (*Isurus oxyrinchus*) em águas oceânicas no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, p. 445–452, 1998.

VÉLEZ-RUBIO, G. M.; CARDONA, L.; LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; SOUZA, G. M.; CARRANZA, A.; GONZÁLEZ-PAREDES, D.; TOMÁS, J. Ontogenetic dietary changes of green turtles (*Chelonia mydas*) in the temperate southwestern Atlantic. **Marine Biology**, Berlin, v. 163, n. 3, p. 57, 2016.

VÉLEZ-RUBIO, G. M.; TOMÁS, J.; MÍGUEZ-LOZANO, R.; XAVIER, J. C.; MARTINEZ-SOUZA, G.; CARRANZA, A. New insights in southwestern Atlantic Ocean Oegopsid squid distribution based on juvenile green turtle (*Chelonia mydas*) diet analysis. **Marine Biodiversity**, Berlin, v. 45, n. 4, p. 701-709, 2015.

VIANNA, M.; VALENTINI, M. Observações sobre a frota pesqueira em Ubatuba, Litoral norte do estado de São Paulo, entre 1995 e 1996. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 30, p. 171-176, 2004.

WARNE, R. W.; GILMAN, C. A.; WOLF, B. O. Tissue-Carbon Incorporation Rates in Lizards: implications for ecological studies using stable isotopes in terrestrial ectotherms. **Physical and Biochemical Zoology**, Chicago, v. 83, p. 608-617, 2010.

WEARMOUTH, V. J.; SIMS, D. W. Sexual segregation in marine fish, reptiles, birds and mammals: Behaviour patterns, mechanisms and conservation implications. **Advances in Marine Biology**, New York, v. 54, p. 107–170, 2008.

WHELAN, C. J.; SCHMIDT, K. A. Food acquisition, processing and digestions. In: STEPHENS, D. W.; BROWN, J. S.; YDENBERG, R. C. (Ed.). **Foraging: behavior and ecology**. Chicago: University of Chicago Press, 2007. 576 p.

WIBBELS, T. R.; OWENS, D. W.; LIMPUS, C. J. Sexing juvenile sea turtles: is there an accurate and practical method? **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 3 p. 756–761, 2000.

WIKELSKI M.; GALL B.; TRILLMICH, F. Ontogenetic changes in food intake and digestion rate of herbivorous marine iguana (*Amblyrhynchus cristatus*, Bell). **Oecologia**, v. 94, p. 373–379, 1993.

WILCOX, C.; PUCKRIDGE, M.; SCHUYLER, Q. A.; TOWNSEND, K.; HARDESTY, B. D. A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion. **Scientific Reports**, London, v. 8, art. 12536, 2018.

WILSON, E. G.; MILLER, K. L; ALLISON, D.; MAGLIOCCA, M. **Why healthy oceans need sea turtles: the importance of sea turtles to marine ecosystems**. Washington, DC: Oceana, 2010. 17 p.

WITHERINGTON, B.; HIRAMA, S.; HARDY, R. Young sea turtles of the pelagic Sargassum-dominated drift community: habitat use, population density, and threats. **Marine Ecology Progress Series**, Luhe, v. 463, p. 1–22, 2012.

WYNEKEN, J.; EPPERLY, S. P.; CROWDER, L. B.; VAUGHAN, J.; ESPER, K. B. Determining sex in post hatchling loggerhead sea turtles using multiple gonadal and accessory duct characteristics. **Herpetologica**, Austin, v. 63, p. 19-30, 2007.

WYNEKEN, J.; WITHERINGTON, D. **The anatomy of sea turtles**. Washington, DC: Southeast Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service, NOAA, US Department of Commerce, 2001.

XAVIER, J. C.; CROXALL, J. P. Predator-prey interactions: why do larger albatrosses eat bigger squid? **Journal of Zoology**, London, n. 271, p. 408-417, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00224.x>.

YALÇIN-OZDILEK, S.; YERL, S. V. Green Turtle (*Chelonia mydas*) nesting and habitat threats at Samandağ Beach, Turkey. **Chelonian Conservation and Biology**, Lunenburg, v. 5, p. 302-305, 2006.

YOUNG, L. C.; VANDERLIP, C.; DUFFY, D. C.; AFANASYEV, V.; SHAFFER, S. A. Bringing home the trash: do colony-based differences in foraging distribution lead to increased plastic ingestion in Laysan albatrosses? **PloS One**, San Francisco, v. 4, n. 10, e7623, 2009. doi: 10.1371/journal.pone.0007623.