

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JULIANA SANTOS FERREIRA

Impacto ambiental e ingestão de lixo pelas tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na praia de Regência, norte do Espírito Santo

VITÓRIA – ES

2015

JULIANA SANTOS FERREIRA

Impacto ambiental e ingestão de lixo pelas tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na praia de Regência, norte do Espírito Santo

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Robson Guimarães dos Santos

VITÓRIA – ES

2015

JULIANA SANTOS FERREIRA

Impacto ambiental e ingestão de lixo pelas tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na praia de Regência, norte do Espírito Santo

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em ____ de dezembro de 2015

COMISSÃO EXAMINADORA

Dr. Robson Guimarães dos Santos
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Me. Ryan Carlos de Andrades
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dr^a. Maria do Carmo Pimentel Batitucci
Centro de Ciências Humanas e Naturais
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Robson Guimarães dos Santos, pela oportunidade de realizar este trabalho e pelos aprendizados adquiridos por todos esses anos da minha graduação, tanto profissional quanto pessoal. Admiro imensamente sua postura e vou levar este aprendizado para a vida toda. Muito obrigada.

Ao Prof. Dr. Agnaldo Silva Martins por ter fornecido o espaço físico e a estrutura necessária para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao Ryan Andrades por ter me auxiliado em várias etapas deste projeto, pelas conversas e pelo valioso aprendizado como profissional durante a minha graduação.

A toda equipe do Projeto TAMAR, em especial ao Jonathas Barreto pelo suporte em campo, e a Natassia Mannina pela ajuda e aprendizado nas coletas.

Aos colegas de laboratório, Kathiani, Nathalia, Leticia. Obrigada pela companhia. A Gabrielle pelas valiosas dicas. Um agradecimento especial para Lorena, pelo aprendizado e auxílio em laboratório.

A todos meus amigos de turma que me acompanharam durante a graduação. Especialmente a Juliana e Margarida pelo apoio, ajuda em campo, estudos, conversas, e pela diversão. Muito obrigada!

Finalmente agradeço as pessoas mais valiosas da minha vida. Minha família. Obrigada vovó pelos sábios conselhos, minha mãe por todo o apoio e interesse em meus projetos, especialmente meu pai pelo suporte, ensinamentos e conversas que levo comigo sempre. Por fim agradeço ao meu namorado que me acompanhou em todas as etapas deste trabalho, me ajudando em campo, revisando meus trabalhos, dando apoio emocional e conselhos valiosos. Sem vocês minha caminhada até aqui não seria a mesma.

Agradeço a todos!

RESUMO

Devido à densa ocupação humana nas regiões costeiras, estes ecossistemas estão entre os mais impactados e alterados do mundo. A densidade populacional a um raio de 50 quilômetros da costa é o principal determinante na contribuição da poluição de lixo terrestre no ambiente marinho. Deste modo, todas as áreas costeiras estão atualmente sujeitas a diversos impactos antrópicos, dentre eles a poluição por resíduos sólidos. O acúmulo desses resíduos no mar, principalmente resíduos plásticos, tem atraído uma considerável atenção nas últimas décadas visto que a poluição é uma grande ameaça para a vida marinha. Neste trabalho foi avaliada a presença do lixo na praia de Regência, norte do Espírito Santo e assim como os detritos marinhos ingeridos por tartarugas verdes, *Chelonia mydas*, desta região. Estes fatores foram relacionados para tentar explicar a elevada ingestão desses resíduos nesta área de estudo. O lixo na praia foi avaliado trimestralmente ao longo do ano de 2014 e 2015, totalizando três campanhas e compreendendo um total de 60 transectos. As três campanhas ocorreram respectivamente em setembro de 2014, dezembro de 2014 e março de 2015. Os resíduos observados foram classificados de acordo com material, uso, cor e quanto ao seu potencial de origem. O plástico foi o principal componente de resíduos encontrados na área de estudo, especificamente o plástico rígido. O lixo de fonte terrestre foi muito expressivo e o uso principal desse lixo é de itens relacionados à alimentação e embalagens plásticas. Foi verificado que a densidade do lixo depositado na praia variou de acordo com a proximidade da foz do rio Doce, que tem uma grande influência no aporte de lixo na região. Para avaliar a ingestão de lixo foi estudado o trato gastrointestinal de 17 indivíduos encalhados mortos no litoral, onde todas as tartarugas coletadas ingeriram lixo. O lixo ingerido pelas tartarugas foi classificado da mesma forma que o lixo encontrado na praia, e o plástico flexível foi o material mais ingerido pelas tartarugas verdes. A principal fonte dos resíduos também foi a terrestres, especificamente itens relacionados à alimentação. Foi observado que as tartarugas encontradas nas áreas de alimentação de Regência, apresentam grandes chances de ingerir lixo, considerando o grande aporte de lixo pelo rio Doce.

Palavras chave: *Chelonia mydas*; tartaruga verde; plástico; poluição; ingestão de lixo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Impactos hipotéticos e comprovados em aves que ingeriram lixo	11
Figura 02: Espécime de <i>Chelonia mydas</i> (tartaruga verde)	12
Figura 03: A área de estudo entre a foz do rio Doce ao norte e a base do TAMAR de Linhares ao sul.....	21
Figura 04: Materiais observados na praia de Regência, Espírito Santo	23
Figura 05: Representação gráfica através do escalonamento multidirecional (MDS), da relação entre os materiais das campanhas 1, 2 e 3	24
Figura 06: Peso médio por metro quadrado dos materiais coletados na praia de Regência, Espírito Santo	25
Figura 07: Densidade do lixo (item/m ²) observado na praia de Regência, Espírito Santo	26
Figura 08: Fluxograma da fonte e uso do lixo depositado na praia de Regência, Espírito Santo	26
Figura 09: Item relativo referente ao uso dos materiais ingeridos pelas tartarugas verdes (<i>Chelonia mydas</i>)	37
Figura 10: Parte central descartável da alça de sacola plástica que foi ingerida por um indivíduo de tartaruga verde (<i>Chelonia mydas</i>)	39

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01:** Resíduos antrópicos registrados no trato gastrointestinal de *Chelonia mydas* coletadas no litoral de Regência, Espírito Santo 36
- Tabela 02:** Tipo de lixo selecionado por *Chelonia mydas* no norte do Espírito Santo, componentes listados do mais selecionado para o menos selecionado 37
- Tabela 03:** Cor do lixo selecionado por *Chelonia mydas* no norte do Espírito Santo, componentes listados do mais selecionado para o menos selecionado 38

SUMÁRIO

1 Fundamentação teórica	09
1.1 Poluição marinha por resíduos plásticos	10
1.2 <i>Chelonia mydas</i>	11
1.3 Referências	14
2 Capítulo 1: Influência do rio Doce na deposição de lixo na praia de Regência, norte do estado do Espírito Santo	19
2.1 Introdução	20
2.2 Materiais e Métodos	20
2.2.1 Área de Estudo	20
2.2.2 Análise do lixo na praia	21
2.3 Resultados.....	23
2.4 Discussão	27
2.5 Referências	30
3 Capítulo 2: Ingestão de lixo pela tartaruga verde (<i>Chelonia mydas</i>) no litoral de Regência, Espírito Santo	33
3.1 Introdução	34
3.2 Materiais e Métodos	34
3.2.1 Tartarugas e ingestão de lixo	34
3.2.2 Seletividade	35
3.3 Resultados.....	36
3.4 Discussão	38
3.4.1 Ingestão de lixo.....	38
3.4.2 Considerações finais	41
3.5 Referências	43

Fundamentação teórica

1.1 Poluição marinha por resíduos plásticos

O efeito de uma sociedade globalizada e orientada pelo consumo tem repercussões graves na biodiversidade marinha (DUCKETT e REPACI, 2015), com as taxas de extinção atuais superior aqueles experimentados nos últimos 540 milhões de anos (BARNOSKY et al., 2011). Uma das mais recentes ameaças globais à vida marinha é a poluição proveniente de resíduos plásticos (BARNES et al., 2009; BROWNE et al., 2011; COLE et al., 2011; DERRAIK, 2002). Plásticos tornaram-se cada vez mais dominante no mercado consumidor desde seu desenvolvimento na década de 1930 e 1940. O setor de maior mercado de resinas plásticas é de embalagem (39,5%) (PLASTICS EUROPE, 2013, 2015), isto é, materiais concebidos para eliminação imediata (PRUTER, 1987). Este material possui características como leveza e durabilidade que o torna uma ameaça ambiental significativa (RYAN et al., 2009).

Os plásticos são facilmente transportados a longas distâncias a partir de suas áreas de origem e se acumulam principalmente nos oceanos, onde eles geram uma variedade de impactos ambientais e económicos (COE e ROGERS, 1997; THOMPSON et al., 2009). Jambeck et al, (2015) relata que dentre 192 países costeiros, apenas 20 são responsáveis por 83% do lixo plástico depositados nos oceanos, e que todos esses países juntos produzem cerca de 192.275 milhões de toneladas de lixo plástico a cada ano.

Esses resíduos podem degradar os ecossistemas marinhos, seus componentes e suas funções. Podemos considerar quatro categorias principais de impactos gerados por estes resíduos: ingestão (e.g.: sacos e resíduos plásticos ingeridos por tartarugas, aves e peixes), emaranhamento (e.g.: "pesca fantasma" por redes descartadas), toxicidade (e.g.: absorção de metais pesados e outros contaminantes) e a disseminação de espécies exóticas invasoras (ASHTON et al., 2010; BROWNE et al., 2015; WATKINS et al., 2015). Esses fenômenos são ainda mais evidentes na megafauna marinha (CARMAN et al., 2015; FOWLER, 1987; GREGORY, 2009; LAIST, 1987; MOORE et al., 2009; SANTOS et al., 2015a; SCHUYLER et al., 2012).

Mais de 350 espécies marinhas foram registradas em casos de emaranhamento ou ingestão de plástico (GALL e THOMPSON, 2015; LAIST, 1997). Alguns estudos (e.g. JACOBSEN et al., 2010; MONTEVECCHI, 1991; SANTOS et al., 2015a) demonstraram que a morte desses animais estava realmente relacionada ao material ingerido. Browne et al, (2015) esquematizou uma rede de ligações que demonstra como a alimentação e crescimento desses animais podem influenciar suas populações (Figura 01).

Apesar das inúmeras publicações que destacam o devastador efeito da poluição por plástico no mundo natural, ele continua a ser um problema (DERRAIK, 2002).

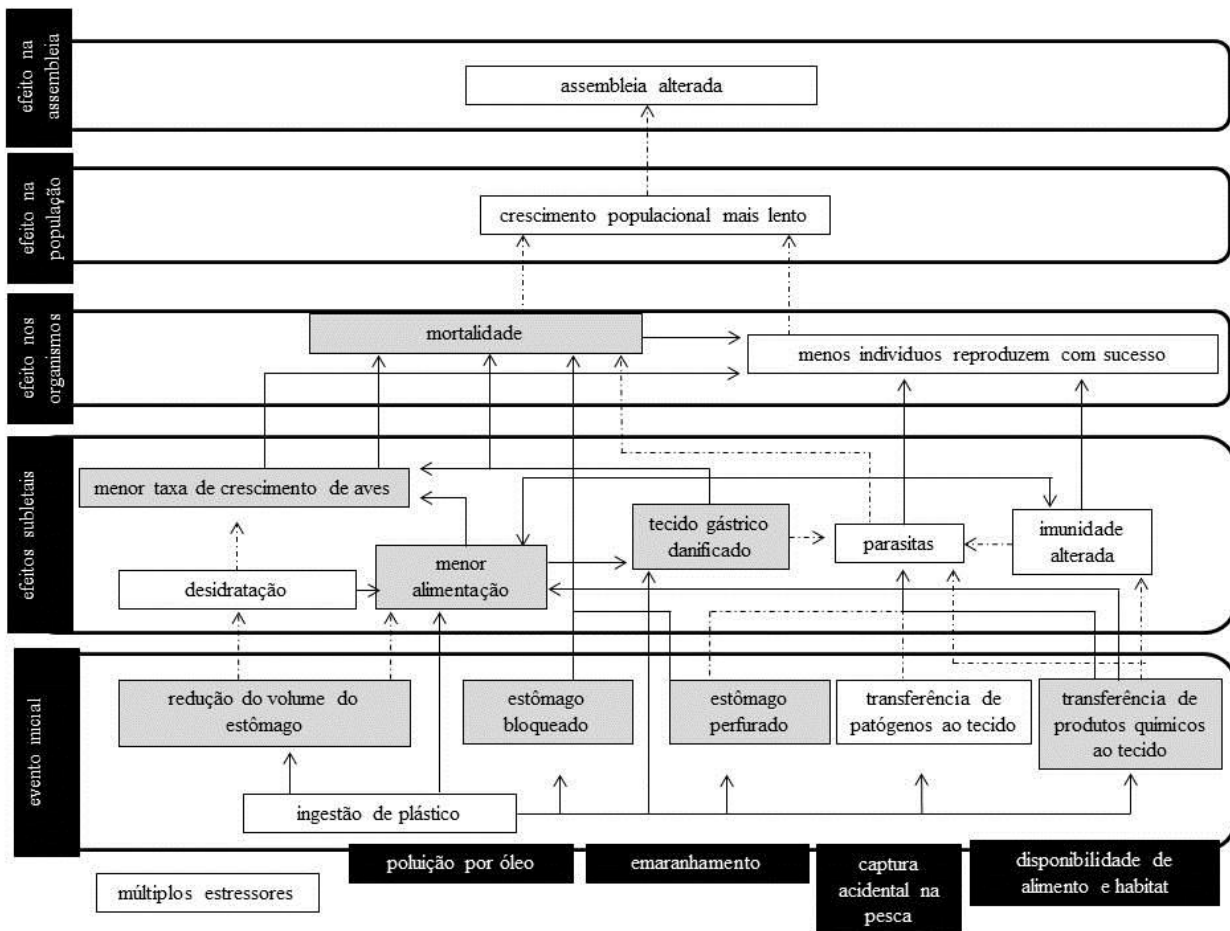


Figura 01: Impactos hipotéticos e comprovados em aves que ingeriram lixo. As caixas cinza indicam impactos causados por lixo em diferentes níveis de organização biológica, linhas contínuas indicam as ligações comprovadas entre os níveis, enquanto as linhas pontilhadas indicam ligações não comprovadas, porém hipóteses de experimentos publicados. (BROWNE et al., 2015 adaptado)

1.2 *Chelonia mydas*

Das sete espécies de tartarugas marinhas existentes no mundo, cinco delas podem ser encontradas ao longo do litoral brasileiro, incluindo a tartaruga verde (*Chelonia mydas* Linnaeus, 1758), considerada ameaçada pela International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (SEMINOFF, 2004), sendo a única espécie de tartaruga herbívora, ocupando um nicho único entre as tartarugas marinhas (BJORNDAL, 1997).

A *Chelonia mydas* é popularmente conhecida como tartaruga verde (Figura 02). Esta espécie pode atingir cerca de 120 cm de comprimento curvilíneo da carapaça (CCC)

e pesar aproximadamente 230 kg (PRITCHARD e MORTIMER, 1999). A tartaruga verde é a espécie mais abundante dentre os mega-herbívoros costeiros (ARTHUR e BALAZS, 2008; CARRIÓN-CORTEZ et al., 2010; REISSER et al., 2013; SANTOS et al., 2015b).



Figura 02: Espécime de *Chelonia mydas*, tartaruga verde. Fonte: Projeto TAMAR, 2015.

Após saírem do ninho, as tartarugas verdes nadam ativamente para a zona oceânica, onde passarão vários anos (MUSICK e LIMPUS, 1997). Em sua fase juvenil, esta espécie migra para a zona costeira, utilizando-as como áreas de alimentação e desenvolvimento, onde ficam até alcançarem a maturidade (MUSICK e LIMPUS, 1997). As tartarugas verdes têm uma história de vida particular em termos de ecologia alimentar (NAGAOKA et al., 2011). Os filhotes na zona oceânica apresentam uma dieta onívora (BJORNDAL, 1997), e quando recrutam para a zona nerítica, apresentam uma dieta mais herbívora (BJORNDAL, 1997; HIRTH, 1997; REICH et al., 2007). Variações na dieta principal podem ocorrer, dependendo da população e de sua distribuição geográfica (BJORNDAL, 1980; SANTOS et al., 2015b). Alguns estudos (BALASZ, 1982; GREEN, 1993; LIMPUS e WALTER, 1980; LIMPUS et al., 1994; MENDONÇA, 1983) relatam a fidelidade desta espécie em relação a suas áreas de alimentação.

Como essas tartarugas possuem um ciclo de vida longo e uma maturação sexual tardia, o conhecimento e a proteção das áreas de alimentação e crescimento são cruciais

para a conservação, pois a redução da mortalidade dos estágios imaturos permite que mais espécimes cheguem à idade reprodutiva (ALMEIDA et al., 2011).

1.3 Referências

- ALMEIDA, A. P.; SANTOS, A. J. B.; THOMÉ, J. C. A.; BELINI, C.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A., S.; LOPEZ, M. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1, n.1, p.12- 19, 2011.
- ARTHUR, K. E. e BALAZS, G. H. A comparison of immature green turtles (*Chelonia mydas*) diets among seven sites in the main Hawaiian islands'. **Pacific Science**, v. 62, n. 2, p. 205–217, 2008.
- ASHTON, K.; HOLMES, L.; E TURNER, A. Association of metals with plastic pollution pellets in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin** v. 60, p. 2050–2055, 2010.
- BARNES, D. K. A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C. E BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society B: **Biological Sciences**, v. 364, p. 1985–1998, 2009.
- BARNOSKY, D. K. A.; MATZKE, N.; TOMIYA, S.; WOGAN, G. O. U.; SWARTZ, B.; QUENTAL, T. B.; MARSHALL, C.; MCGUIRE, J. L.; LINDSEY, E. L.; MAGUIRE, K. C.; MERSEY, B.; E FERRER, E. A. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? **Nature**, v. 471, p. 51–57, 2011.
- BJORNDAL, K. A. Nutrition and Grazing Behavior of the Green Turtle *Chelonia mydas*. **Marine Biology**, v. 56, p. 147–154, 1980.
- BJORNDAL, K. A. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: P. L. LUTZ & J. A. MUSICK (Eds.), Boca Raton, Florida: CRC Press. **The Biology of Sea Turtles**, p. 199–231, 1997.
- BROWNE, M. A.; CRUMP, P.; NIVEN, S. J.; TEUTEN, E.; TONKIN, A.; GALLOWAY, T.; & THOMPSON, R. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. **Environmental Science&Technology** v. 45, p. 9175–9179, 2011.
- BROWNE, M. A.; UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G.; WILLIAMS, R.; THOMPSON, R. C.; VAN FRANEKER, J. A. Linking effects of anthropogenic debris to ecological impacts. Proceedings of Royal Society B: **Biological Sciences**, v. 282, 2015.

- CARMAN, V. G.; MACHAIN, N.; CAMPAGNA, C. Legal and institutional tools to mitigate plastic pollution affecting marine species: Argentina as a case study. **Marine Pollution Bulletin**, 2015.
- CARRIÓN-CORTEZ, J. A. C.; ZÁRATE, P.; SEMINOFF, J. A. Feeding ecology of the green sea turtle (*Chelonia mydas*) in the Galapagos Island. *Journal of Marine Biological Association of the UK*, p. 1–9, 2010.
- COE, J. M. e ROGERS, D. B. Marine debris: sources, impacts and solution. **Springer Series on Environmental Management**, Springer-Verlag: New York, 432, 1997.
- COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; & GALLOWAY, T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 2588–2597, 2011.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842–852, 2002.
- DUCKETT, P. E. e REPACI, V. Marine plastic pollution: using community Science to address a global problem. **Marine and Freshwater Research**, v. 66, n. 6, p. 665–673, 2015.
- FOWLER, C. W. A review of density dependence in populations of large mammals. **Current Mammalogy**, v. 1, p. 401–441, 1987.
- GALL, S. C. e THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine Pollution Bulletin**, v. 92, p. 170–179, 2015.
- GREEN, D. Growth rates of wild immature green turtles in the Galapagos Islands, Ecuador, *Journal of Herpetology*, v. 27, n. 3p. 338, 1993.
- 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*, v. 364, p. 2013–2025, 2009.
- HIRTH, H. F. Synopsis of the biological data on the green turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). **United States Fish and Wildlife Service Biological Report**, v. 97, 1997.
- JACOBSEN, J. K.; MASSEY, L.; GULLAND, F. Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 765–767, 2010.

- JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, 2015.
- LAIST, D. Overview of the Biological Effects of Lost and Discarded Plastic Debris in the Marine Environment. **Marine pollution Bulletin**, v. 18, n. 68, p. 319–326, 1987.
- LAIST, D. Impacts of Marine Debris: Entanglement of Marine Life in Marine Debris Including a Comprehensive List of Species with Entanglement and Ingestion Records. In J. COE & D. ROGERS (Eds.), **Marine Debris. Springer Series on Environmental Management**, Springer-Verlag: New York, v. 10, p. 99–139, 1997.
- LIMPUS, C. J. e WALTER, D. G. The growth of immature green turtles (*Chelonia mydas*) under natural conditions. 1980. In: LUTZ, P. L. & MUSICK, J. A. **The Biology of Sea Turtles**. Series: Marine science series, v.1, 1996.
- LIMPUS, C. J.; COUPER, P. J. E REED, M. A. The green turtle *Chelonia mydas* in Queensland: Population structure in a warm temperate feeding area. 1994. In: LUTZ, P. L. & MUSICK, J. A. **The Biology of Sea Turtles**. Series: Marine science series, v.1, 1996.
- MENDONÇA, M. T. Movements and feeding ecology of immature green turtles (*Chelonia mydas*) in a Florida lagoon. **Copeia**, v. 4. p. 1013, 1983.
- MONTEVECCHI, W. A. Incidence and types of plastic in gannets' nests in the northwest Atlantic. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, p. 295–297, 1991.
- MOORE, E.; LYDAY, S.; ROLETTO, J.; LITTLE, K.; PARRISH, J. K.; NEVINS, H.; HARVEY, J.; MORTENSON, J.; GREIG, D.; PIAZZA, M.; HERMANCE, A.; LEE, D.; ADAMS, D.; ALLEN, S.; KELL, S. Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the north-west coast of the United States 2001–2005. **Mar. Pollut. Bull.** v. 58, p. 1048–1051, 2009.
- MUSICK, J. A., e LIMPUS, C. J. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: P. L. LUTZ & J. A. MUSICK (Eds.), **The Biology of Sea Turtles** p. 137–164. CRC Press, Boca Raton, Fla. 1997.
- 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**, v. 159, n. 3, p. 573–581, 2011.

- PLASTICS EUROPE . Plastics – The Facts 2013. An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data, 2013. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/>>. Acesso em: 20 de set. 2015.
- PLASTICS EUROPE. Plastics – The Facts 2015. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, 2015. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/>>. Acesso em: 20 de set. 2015.
- PRITCHARD, P. C. H. e MORTIMER, J. A. Taxonomy, external morphology and species identification. 1999. In: ECKERT, K. L.; BJORN DAL, K. A.; ABREU-GROBAIS; DONNELLY, F. A. Research and Management Techniques for the Conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, n.4, p.23.
- PRUTER, A. T. Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, p. 305-310, 1987.
- REICH, K. J.; BJORN DAL, K. A.; BOLTEN, A. B. The ‘lost years’ of green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages. **Biology Letters** v. 3, p. 712–714, 2007.
- 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**, 2013.
- RYAN, P. G.; MOORE, C. J.; VAN FRANEKER J. A.; MOLONEY, C. L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B: **Biological Sciences**, v. 364, p. 1999-2012, 2009.
- SANTOS, R. G.; ANDRADES , R.; BOLDRINI M, A.; MARTINS, A. S. Debris ingestion by juvenile marine turtles: As underestimated problem. **Marine Pollution Bulletin**, v. 93, p. 37-43, 2015a.
- SANTOS, R. G.; MARTINS, A. S.; BATISTA, M. B.; HORTA, P. A. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment, **Marine Ecology Progress Series**, Espírito Santo, v. 529, p. 265-277, 2015b.
- SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, 2012.
- SEMINOFF, J. A. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. 2004.

TAMAR. Disponível em: < <http://www.tamar.org.br/tartaruga.php?cod=20>>. Acesso em: 23 de out. de 2015.

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***, v. 364, p. 2153–2166, 2009.

WATKINS, E.; TEN BRINK, P.; WITHANA, S.; MUTAFOGLU, K.; SCHWEITZER, J-P.; RUSSI, D.; KETTUNEN M. Marine litter: socio-economic study. Scoping report. London, Brussels. May 2015.

Capítulo 1

Influência do rio Doce na deposição de lixo na praia de Regência, norte do estado do Espírito Santo

2.1 Introdução

Devido à densa ocupação humana nas regiões costeiras, os ecossistemas costeiros estão entre os mais impactados e alterados do mundo (ADGER et al., 2005). Os efeitos negativos da contaminação antrópica nos oceanos estão relacionados não só a poluentes químicos, mas também com o aporte de resíduos sólidos no ambiente marinho. Como o aumento da urbanização, a produção mundial de resíduos sólidos está se acelerando (HOORNWEG et al., 2013). Estes resíduos são definidos como qualquer resíduo sólido fabricado ou processado que entra no ambiente marinho a partir de qualquer fonte (COE e ROGERS, 1997).

O plástico tem sido considerado como poluente global devido a sua durabilidade e grande capacidade de dispersão, permitindo que estes materiais sejam transportados a grandes distâncias (MORRISON, 1999). O acúmulo de lixo no mar, principalmente resíduos plásticos, tem atraído uma considerável atenção nas últimas décadas (e.g. THOMPSON et al, 2009; RYAN, 2015), visto que a poluição por plástico é uma grande ameaça para a vida marinha.

Uma porção considerável de plástico nos oceanos é de origem terrestre (PRUTER, 1987), e a maior parte desses resíduos é proveniente de usuários da praia, rios e efluentes domésticos (NOLKAEMPER, 1994). A abundância desses resíduos pode variar devido a condições locais de correnteza, vento e proximidade dos pontos de entrada de lixo no ambiente marinho, incluindo os rios (BARNES et al., 2009; DERRAIK, 2002).

Muito do que conhecemos sobre abundância, distribuição e origem de lixo no ambiente marinho são provenientes de pesquisas com estes resíduos depositados nas praias (COE e ROGERS, 1997). Neste trabalho foi estudada a influência de um importante ponto de entrada de lixo no mar, o rio Doce, localizado em Regência, Espírito Santo (CBH-Doce, 2010), com os objetivos de (i) avaliar a quantidade, composição e origem do lixo depositado na praia de Regência; (ii) avaliar a variação sazonal da quantidade de lixo depositado nas praias, assim como a variação do lixo em relação a distância da foz do rio.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na praia de Regência, no litoral norte do Espírito Santo. A região está localizada na Reserva Biológica de Comboios, município de Linhares. O

município de Linhares possui 160.765 habitantes e uma densidade demográfica de 40,33 hab/Km² (IBGE, 2010).

A praia de Regência possui uma extensão de 37 km e está compreendida entre as coordenadas 19°48'58" – 19°39'25" de latitude Sul e 40°03'19" – 39°49'30" de longitude Oeste. A área de estudo abrange uma extensão de 7 Km da praia, porção entre a foz do rio Doce ao norte e a base do TAMAR/ICMBio de Linhares ao sul (Figura 03). A praia é semi-deserta, possuindo cinco pontos de entrada. Segundo Nassar (2015), a praia de Regência apresenta perfil reflectivo (declividade superior ou igual a 6°). Os ventos de nordeste (NE) são predominantes, com frequência de 59%, sendo que os ventos fortes predominam das direções sul (S) e sudeste (SE) (Projeto TAMAR-IBAMA, 2002).

A região é o maior ponto de desova da tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*), o segundo maior ponto de desovas de tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*) do Brasil (COUZEMENCO, 2002). Além disso, a região é área de alimentação da tartaruga verde *Chelonia mydas* (SANTOS et al., 2015).

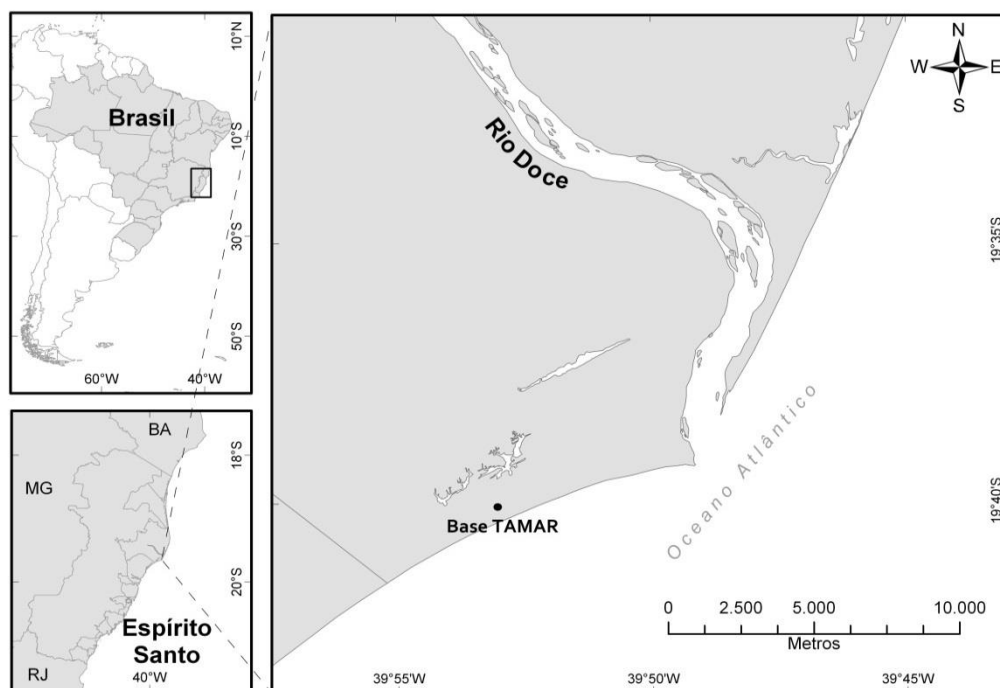


Figura 03: A área de estudo entre a foz do rio Doce ao norte e a base do TAMAR de Linhares ao sul.

2.2.2 Análise do lixo na praia

As atividades de campo foram realizadas ao longo do ano de 2014 e 2015, compreendendo um total de 60 transectos, totalizando três campanhas. As três campanhas ocorreram respectivamente em setembro de 2014, dezembro de 2014 e março de 2015.

Para a avaliação do lixo presente na praia foram realizados vinte transectos com quatro metros de largura na faixa arenosa da praia em cada campanha. Os transectos foram fixados a partir da foz do rio Doce e seguindo em direção ao sul pelo comprimento da praia, a distância entre os transectos foi de 300 metros. A observação direta desses resíduos através dos transectos foi realizada na faixa de areia entre a linha da água e a borda da vegetação da praia. Todo lixo observado foi registrado de acordo com o seu material (plástico rígido, plástico flexível, corda, nylon, borracha e outros), tamanho (com as classes de tamanho variando de 5 em 5 cm), cor e fonte. Classificamos a fonte como terrestre ou marinha, considerando o lixo derivado de usuários de praia e efluentes domésticos como sendo o terrestre, e o lixo derivado de atividades pesqueiras e embarcações como sendo marinha. Também classificamos o lixo encontrado de acordo com seu uso (e.g.: alimento, embalagem, pesca, fumo, material hospitalar).

Para avaliar a influência do rio Doce na deposição do lixo na praia, foi proposta uma divisão em setores da praia de Regência. Para isso foram agrupados cinco transectos para formar um setor. No total, quatro setores foram formados, o primeiro contendo os transectos próximos à foz do rio Doce (região ao norte), o segundo setor contém os transectos próximos à primeira entrada para a praia, onde está localizada a vila de Regência. O terceiro setor contém os transectos localizados no meio do comprimento da praia de Regência (Km 34), e por fim o quarto setor contém os transectos próximos da base do TAMAR de Linhares (região ao sul). Desta forma foi possível verificar se houve diferença em relação à densidade, composição e tamanho do lixo ao longo da praia.

A cada três transectos o lixo foi coletado para que os itens fossem contados e pesados em balança digital, com precisão de 0,01 g.

O número de itens relativo foi calculado da seguinte forma:

$$\text{Item}(\%) = \frac{\text{número de itens do material}}{\text{número total de itens}} \times 100$$

Assim como o peso relativo do material coletado foi calculado:

$$\text{Peso}(\%) = \frac{\text{peso do material}}{\text{peso total dos materiais}} \times 100$$

Foi realizada a análise de similaridade (ANOSIM) para verificar se a composição de material mudou entre as três campanhas, assim como as classes de tamanho. Para avaliar a diferença de densidade do lixo depositado entre as campanhas foi realizado o teste de Kruskal-Wallis. O escalonamento multidimensional (MDS) foi utilizado para

ilustrar a diferença na composição dos materiais depositados nas três campanhas. O teste de Kruskal-Wallis também foi utilizado para avaliar se há diferença de densidade.

2.3 Resultados

Na região de estudo foi amostrada uma área correspondente a aproximadamente 1% da área total da praia. Foram registrados 1229 itens, com uma média de 0,24 itens/m² (desvio padrão (DP) = 0,16; min-máx = 0,02-0,82 itens/m²). O plástico foi o material mais abundante (86%), destacando-se o plástico rígido que representou 77,9% de todo o plástico (Figura 04). Encontramos uma pequena diferença na abundância relativa dos materiais entre as campanhas, onde a primeira campanha apresentou uma maior participação de plástico flexível quando compara às outras campanhas (ANOSIM, R = 0,077, p = 0,2%) (Figura 05).

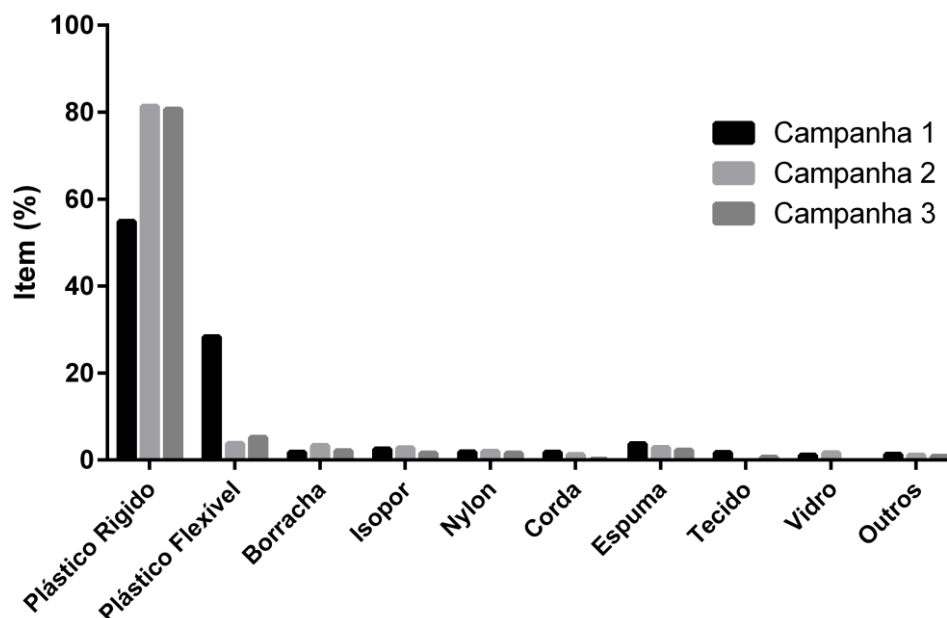


Figura 04: Materiais observados na praia de Regência, Espírito Santo. A categoria Outros é composta por itens que representam menos de 1% dos materiais: papel, porcelana, madeira, silicone e alumínio.

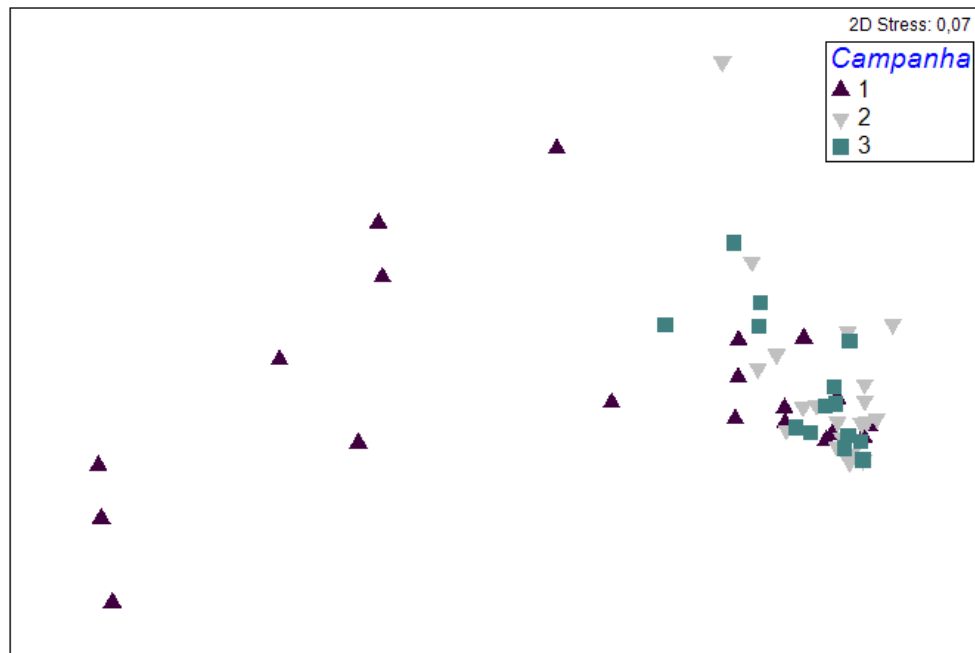


Figura 05: Representação gráfica através do escalonamento multidirecional (MDS), da relação entre os materiais das campanhas 1, 2 e 3. Os símbolos representam os transectos realizados em cada campanha.

Na avaliação do peso do lixo encontrado na praia um peso médio de $18,8 \text{ g/m}^2$, o plástico representou 49,2% do peso total. O peso médio/ m^2 de cada item está demonstrado na Figura 06. Desta forma é possível estimar que na área total da praia amostrada, em média poderia haver aproximadamente 2.754,4 kg de lixo depositado.

Na comparação das classes de tamanho do lixo, houve dominância da classe de 0-5 cm em todas as campanhas, e foi constatado que não houve diferença significativa das classes de tamanho entre as campanhas (ANOSIM, $R = 0,004$, $p = 34,6\%$).

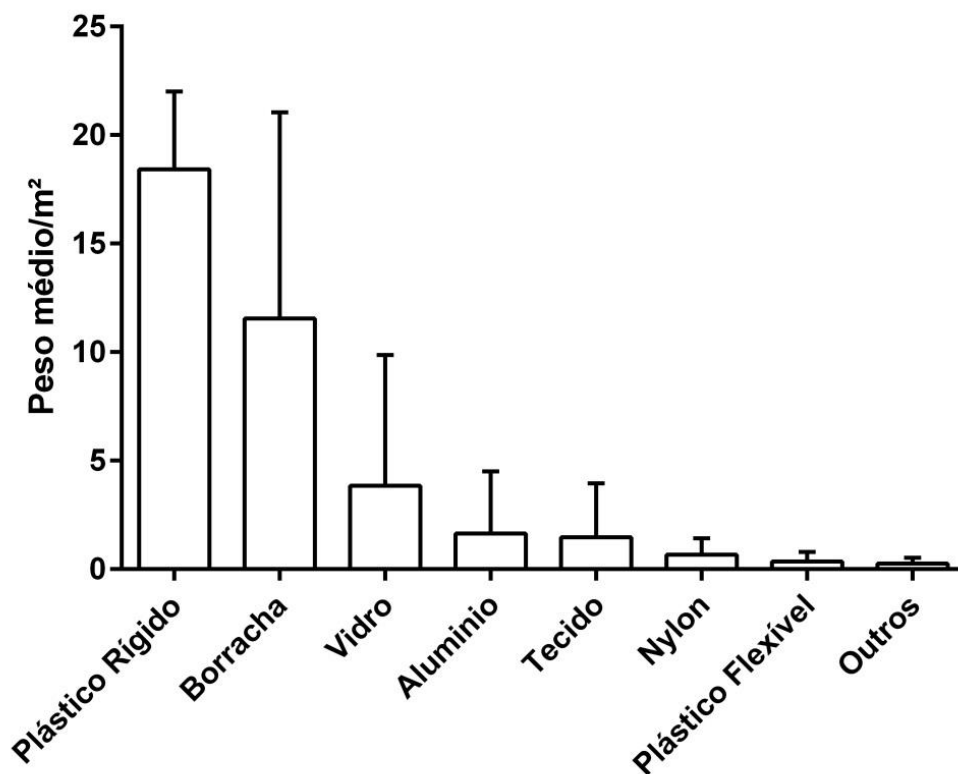


Figura 06: Peso médio por metro quadrado dos materiais coletados na praia de Regência, Espírito Santo. A categoria Outros se refere aos itens com valores menores do que 0,5 g/m². As barras indicam o desvio-padrão.

Não houve diferença significativa na densidade do lixo entre as campanhas ($p = 0,15$), porém, a terceira campanha apresentou uma ligeira diferença entre a primeira e a segunda campanha, com uma menor quantidade de itens. Observamos que houve uma diferença significativa em relação à densidade dos itens ao longo da praia, de acordo com as divisões por setores ($p = 0,003$), onde o setor 1 diferiu significativamente dos setores 2 e 3, porém não diferiu do setor 4 (Figura 07). Não houve diferença significativa entre a composição dos materiais e classes de tamanho ao longo da praia.

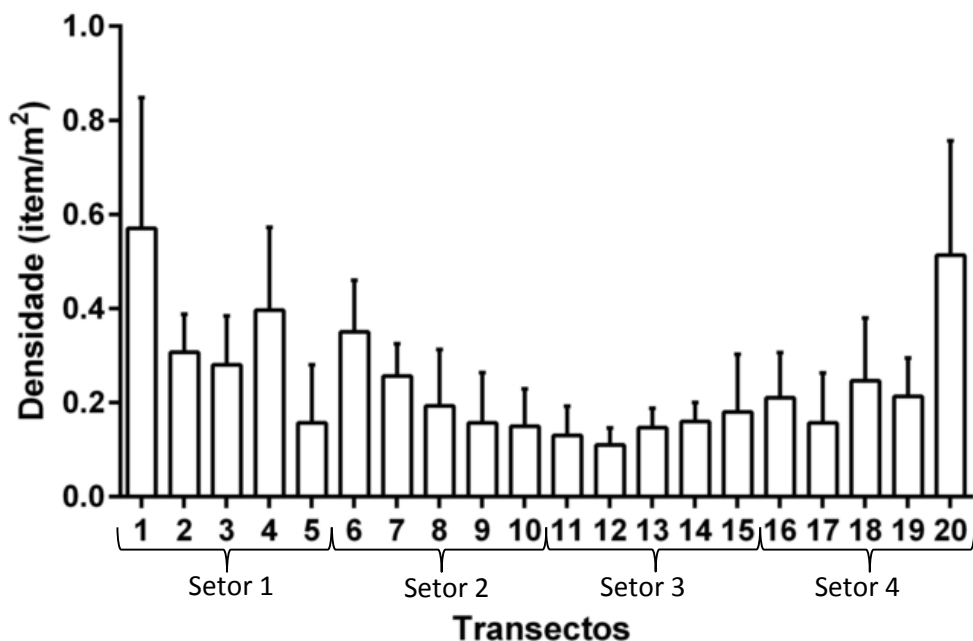


Figura 07: Densidade do lixo (item/m²) observado na praia de Regência, Espírito Santo. As barras indicam o desvio-padrão.

Foi possível identificar a origem de 28% dos itens, com uma grande predominância de itens terrestres (96,6%). Destes, 52,9% dos itens eram compostos por materiais relacionados à alimentação, como palito de pirulito, tampa de refrigerante e água e embalagens de biscoitos (Figura 08).

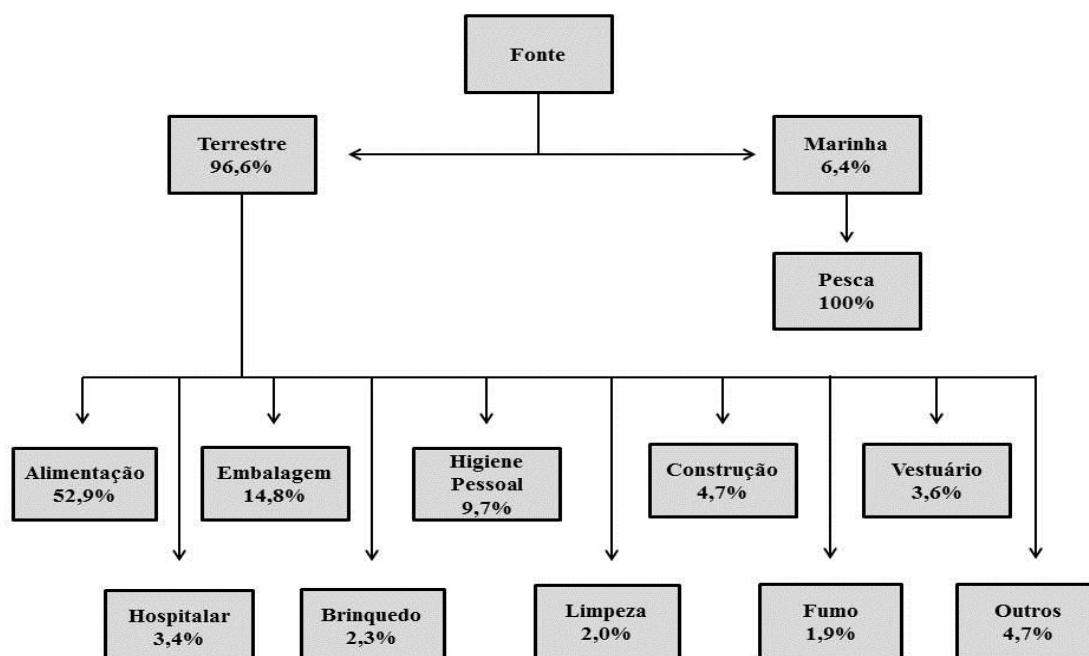


Figura 08: Fluxograma da fonte e uso do lixo depositado na praia de Regência, Espírito Santo.

2.4 Discussão

Observamos que o plástico foi o principal componente de resíduos encontrado na área de estudo, o que está de acordo com o registrado na literatura (DERRAIK, 2002; MCDERMID e MCMULLEN, 2004; SANTOS et al., 2009; SCHUYLER et al., 2012). Essa grande presença de plástico na praia pode ser explicada pelas características desse material como, flutuabilidade positiva, grande uso pela sociedade e grande capacidade de persistência no ambiente (DERRAIK, 2002; GOLDBERG, 1995; RYAN et al., 2009). Independentemente do método de amostragem, escala temporal ou espacial, plásticos frequentemente representam 60% a 80% do lixo marinho em todo o mundo (GREGORY e RYAN, 1997; IVAR DO SUL e COSTA, 2007; RYAN et al., 2009; SHEAVLY e REGISTERS, 2007).

Com o aumento da urbanização, a produção de lixo no mundo está se acelerando. De 1900 a 2000 a produção mundial de lixo aumentou em 2,7 milhões de toneladas por dia (HOORNWEG et al., 2013). Plásticos tornaram-se cada vez mais dominantes no mercado consumidor e seu maior uso está relacionado a embalagens, itens de eliminação imediata (DERRAIK, 2002; PLASTICS EUROPE, 2013, 2015).

Identificar a fonte do lixo na praia é um passo-chave para a solução deste problema. Neste estudo nós classificamos a fonte como terrestre ou marinha, e verificamos que a principal fonte do lixo foi a terrestre, o que está de acordo com estudos anteriores (ARAÚJO e COSTA, 2004; DERRAIK, 2002). O lixo de fonte marinha não foi muito expressivo, apesar de haver uma pequena atividade pesqueira na região.

Para dar maior robustez aos nossos dados, também foi avaliado o uso dos resíduos de acordo com suas atividades econômicas. Foi verificado que dentre o lixo de fonte terrestre, a maior porcentagem eram de itens relacionados à alimentação.

Estudos anteriores já relataram que lixos de fonte terrestre são muito abundantes nas praias (ARAÚJO e COSTA, 2004; DERRAIK, 2002) e que embalagens relacionadas à alimentação são frequentes (IVAR DO SUL et al., 2011). Os itens com uso relacionado à alimentação normalmente são associados ao descarte direto por banhistas, porém, esta praia não se caracteriza por possuir um grande número de usuários. Existem outros grandes pontos de entrada de lixo a partir de fontes terrestres, principalmente os rios (DERRAIK, 2002; GREGORY, 1991; PRUTER, 1987), e os materiais encontrados na praia de Regência refletem uma característica particular desta região, que apesar de localmente ser uma região pouco urbanizada (densidade demográfica de 40,33 hab/km²) (IBGE, 2010), apresenta grandes quantidades de lixo.

Um dos maiores rios do estado do Espírito Santo, o rio Doce, desemboca nesta praia (CBH-Doce, 2010). Assim podemos presumir que boa parte do lixo encontrado pode ter sido carregado pelo rio Doce, e posteriormente foi depositado na praia. De forma que os rios tem um importante papel no aporte de lixo terrestre no ambiente marinho e costeiro, conforme o registrado na literatura (BARNES et al., 2009; DERRAIK, 2002; GREGORY, 1991; PRUTER, 1987).

Nesta praia, lixos relacionados à alimentação podem ser mais abundantes devido a grande produção e consumo destes itens que dominam o mercado de produção de plástico no mundo (PLASTICS EUROPE, 2013, 2015). Conforme o processo de urbanização acelera, o consumo desses materiais também cresce (HOORNWEG et al., 2013). A grande quantidade de itens relacionados à alimentação industrial reflete o estilo de vida atual, onde processos industriais são concebidos para criar produtos duráveis, acessíveis, convenientes, e prontos para comer (fast-food) (MONTEIRO et al., 2010).

Também foram encontrados resíduos muito peculiares, como material hospitalar, que não são comumente encontrados na literatura (ARAÚJO e COSTA, 2006; IVAR DO SUL et al., 2011). A grande presença do lixo na praia demonstram uma inadequada gestão do lixo, pois o lixo que é produzido pela população ou por empresas não é descartado de forma adequada. Consequentemente estes materiais são levados pelo rio até desembocarem no ambiente marinho.

Ryan, (2015) demonstra que detritos com uma elevada área superficial em razão do volume (e.g.: sacolas plásticas, embalagens plásticas) apresentam maiores chances de afundar mais rapidamente do que detritos com grande volume devido à incrustação biológica. Dessa forma, a menor abundância dos itens de plástico flexível em relação aos de plástico rígido, pode se dever a maior chance que este material tem de afundar. Com isso podemos supor o porquê de termos uma menor quantidade de plástico flexível nas últimas campanhas em comparação com o plástico rígido. Já a maior abundância relativa do plástico flexível na primeira campanha talvez possa ser explicada por fatores ambientais, tais como mudanças sazonais na taxa de vazão dos rios (BARNES et al., 2009). O regime fluvial do rio Doce é perene e, de modo geral, acompanha a pluviosidade com os picos de cheias médias de 1.509,3 m³/s ocorrendo nos meses de dezembro a março, e as vazantes extremas de 486,5 m³/s, nos meses agosto e setembro (COELHO, 2007). O período da primeira campanha, que ocorreu em setembro de 2014, coincidiu com o período em que a pluviosidade do rio Doce estava maior do que dos meses

seguintes, o que pode ter influenciado na abundância relativa do plástico flexível na primeira campanha, que foi maior do que nas campanhas restantes.

De acordo com as análises, os setores 1 e 4 de todas as campanhas se mostraram semelhantes, pois estes dois setores possuíam uma maior densidade de itens do que os setores restantes. Um fator que pode explicar isso é a localização dos setores. A maior quantidade de lixo encontrada no primeiro setor pode se dever a sua maior proximidade do rio Doce, que é a principal fonte de lixo nesta área, Já o quarto setor, que se localiza próximo à base do TAMAR/ICMBio de Linhares (na extremidade sul da praia), contém itens muito fragmentados que poderiam ter sido depositados na faixa de areia pela maré. Também podemos discutir sobre o perfil reflectivo, particularmente inclinado neste setor da praia, que poderia dificultar a lavagem dos itens que foram depositados na faixa de areia, visto que estes fragmentos estão principalmente concentrados sobre o berma de tempestade.

Neste estudo notamos uma forte influência do rio Doce no aporte de lixo terrestre na praia de Regência. Portanto, é importante avaliar quais são os materiais com maior disponibilidade no ambiente para saber da sua contribuição para os resíduos marinhos (JAMBECK et al., 2015), e dessa forma implementar medidas mitigadoras mais precisas. São necessárias múltiplas iniciativas para enfrentar o problema do lixo nesses ambientes (COE e ROGERS, 1997). Pensar globalmente e agir localmente são atitudes fundamentais para reduzir esse impacto ambiental. Uma combinação de legislação e consciência ecológica através da educação são as melhores maneiras de se resolver esse problema ambiental (DERRAIK, 2002).

2.5 Referências

- ADGER, N. W.; HUGHES, T. P.; FOLKE, C.; CARPENTER, S. R.; ROCKSTROM, J. Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters. **Science**, v. 309, n. 1036, 2005.
- ARAÚJO, M. C. B. e COSTA, M. F. Quali-quantitative analysis of the solid waste at Tamandare Bay, Pernambuco, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 2, p. 159–170, 2004.
- ARAÚJO, M. C. B., e COSTA, M. F. The significance of solid wastes with land-based sources for a tourist beach: Pernambuco, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 1, p. 28–34, 2006.
- BARNES, D. K. A.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C. E BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, p. 1985–1998, 2009.
- CBH-Doce (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce). Foz do rio Doce, 2010. Disponível em: <http://www.riodoce.cbh.gov.br/Materia_FozdoRioDoce.asp>. Acesso em: 13 de agosto de 2014.
- COE, J. M. e ROGERS, D. B. **Marine debris: sources, impacts and solution**. New York: Springer-Verlac, p. 432, 1997.
- COELHO, A. L. N. **Alterações hidrogeomorfológicas no Médio-Baixo Rio Doce**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói – RJ.
- COUZEMENCO, F. **Boletim informativo do Projeto TAMAR-IBAMA no Espírito Santo**. Vitória: Projeto TAMAR-IBAMA, n. 3, 2002.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842–852, 2002.
- GOLDBERG, E. D. The health of the oceans – a 1994 update. **Chemical Ecology**, v. 10, p. 3-8, 1995.
- GREGORY, M. R. The hazards of persistent marine pollution: drift plastics and conservation islands. **Journal of the Royal Society of New Zealand**, v. 21, p. 83–100, 1991.
- GREGORY, M. R.; RYAN, P. G. Pelagic plastics and other seaborne persistent synthetic debris: a review of Southern Hemisphere perspectives. In: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), **Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions**. New York, Springer-Verlag, p. 49–66, 1997.

- HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P.; KENNEDY, C. Environment: Waste production must peak this century. **Nature** v. 502, p. 615–617, 2013.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo demográfico**, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 10 de agosto de 2015.
- IVAR DO SUL, J. A. e COSTA, M. F. Marine debris for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 1087-1104, 2007.
- IVAR DO SUL, J. A.; SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; MATTHIENSEN, A.; FILLMANN, G. Plastic pollution at a Sea Turtle Conservation Area in NE Brazil: Contrasting Developed and Undeveloped Beaches. **Estuaries and Coasts**, v. 34, p. 814-823, 2011.
- JAMBECK, J. R., GEYER, R., WILCOX, C., SIEGLER, T. R., PERRYMAN, M., ANDRADY, A., NARAYAN, R., LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, 2015.
- MCDERMID, K. J. e MCMULLEN, T. L. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, p. 790-794, 2004.
- MONTEIRO, C. A.; LEVY, R. B.; CLARO, R. M.; DE CASTRO, I. R. R.; CANNON, G. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 14, p. 5–13, 2010.
- MORRISON, R. J. The regional approach to management of marine pollution in the south pacific. **Ocean and Coastal Management**, p. 503–521, 1999.
- NASSAR, P. R. **Projeções para os efeitos do aumento do nível do mar no sucesso reprodutivo de tartarugas marinhas, Brasil**. 2015. 177 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – Bahia.
- NOLKAEMPER, A. Land-based discharges of marine debris: From local to global regulation. **Marine Pollution Bulletin**, v. 28, p. 649-652, 1994.
- PLASTICS EUROPE . **Plastics – The Facts 2013**. An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data, 2013. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/>>. Acesso em: 20 de set. 2015.
- PLASTICS EUROPE. **Plastics – The Facts 2015**. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, 2015. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/>>. Acesso em: 20 de set. 2015.

- PROJETO TAMAR-IBAMA. **Plano de Desenvolvimento Integrado e Sustentável para as Comunidades do Entorno da Reserva Biológica de Comboios**. Vitória: [s.n.], 2002. 60 p.
- PRUTER, A. T. Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, p. 305-310, 1987.
- RYAN, P. G. Does size and buoyancy affect the long-distance transport of floating debris? **Environmental Research Letters**, v. 10, p. 1748-9326, 2015.
- RYAN, P. G.; MOORE, C. J.; VAN FRANKEKER J. A.; MOLONEY, C. L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, p. 1999-2012, 2009.
- SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; IVAR DO SUL, J. A. Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 148, p. 455-462, 2009.
- SANTOS, R. G., MARTINS, A. S., BATISTA, M. B., HORTA, P. A. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment, **Marine Ecology Progress Series**, Espírito Santo, v. 529, p. 265-277, 2015.
- SCHUYLER, Q., HARDESTY, B. D., WILCOX, C., TOWNSEND, K. To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. **PLoS ONE**, v. 7, 7.ed. 2012.
- SHEAVLY, S. B. e REGISTER, K. M. Marine Debris & Plastics: Environmental Concerns, Sources, Impacts and Solutions. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 15, p. 301-305, 2007.
- 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*, v. 364, p. 2153–2166, 2009.

Capítulo 2

Ingestão de lixo pela tartaruga verde (*Chelonia mydas*) no litoral de Regência,
Espírito Santo

3.1 Introdução

Problemas ambientais decorrentes do descarte indiscriminado de plásticos e outros materiais sintéticos nos oceanos são de natureza crônica ao invés de aguda, e reconhecidos internacionalmente (e.g. DERRAIK, 2002; GREGORY, 2009; JAMBECK et al., 2015; SANTOS et al., 2015a; THOMPSON, 2009). Um dos importantes impactos dos resíduos sólidos são os efeitos deletérios sobre a biodiversidade marinha (LAIST, 1987). Mais de 350 espécies marinhas foram registradas em casos de emaranhamento ou ingestão de plástico (GALL e THOMPSON, 2015; LAIST, 1997), e dentre elas estavam todas as sete espécies de tartarugas marinhas (SCHUYLER et al., 2013). A ingestão de lixo pode ser letal através da obstrução do trato digestivo, ou causar efeitos subletais, como a diminuição do ganho nutricional e exposição a produtos químicos presentes em diversos resíduos plásticos (GREGORY, 2009; TEUTEN et al., 2009). Santos et al., (2015a) verificou que apenas 0,5 g de resíduos sólidos são o suficiente para obstruir o trato gastrointestinal e causar a morte de um juvenil de tartaruga verde. Portanto, a ingestão de lixo pode ser uma grande ameaça para as populações de tartarugas marinhas (BJORNDAL et al., 1994; MCCAULEY e BJORNDAL, 1999).

A razão pela qual as tartarugas marinhas ingerem plástico é desconhecida, entretanto existe uma hipótese que sugere que as sacolas plásticas se assemelham as águas-vivas (MROSOVSKY, 1981; SCHUYLER et al., 2012). Porém, esta hipótese apenas pode explicar o caso em que as tartarugas que ingeriram sacolas plásticas, mas não explica a ingestão de outras formas de plástico, isopor, borracha, cordas, ou outros itens que foram encontrados em tartarugas (PARKER et al., 2005; TOMAS et al., 2002). O monitoramento dos resíduos ingeridos por tartarugas, assim como análises do ambiente marinho podem oferecer uma perspectiva para as razões pelas quais as tartarugas comem esses resíduos, e também pode levar a recomendações de conservação e gestão. Sendo assim, os objetivos do presente trabalho são: (i) descrever o tipo de lixo ingerido por *Chelonia mydas*; (ii) verificar se existe uma seletividade no lixo ingerido pelas tartarugas.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Tartarugas e ingestão de lixo

Todos os 17 indivíduos de *Chelonia mydas* utilizados neste estudo foram encontrados encalhados mortos na praia de Regência. A coleta foi feita em parceria com a equipe do Projeto TAMAR/ICMBio de Linhares. Os indivíduos foram levados ao laboratório, onde ocorreu sua medição, pesagem e necropsia. Foi medido o comprimento

curvilíneo da carapaça (CCC) e o peso, em balança digital com precisão de 50 g. Os indivíduos tiveram os conteúdos do esôfago, estômago e intestino coletados. Este material foi triado e quando encontrado lixo, foi separado e colocado em uma estufa a 60° C por 48 horas. O lixo foi dividido em categorias de acordo com material (plástico rígido, plástico flexível, corda, nylon, borracha, entre outros), cor e uso (utensílios para alimentação, sacola plástica, pesca, entre outros). Os itens de cada categoria foram contados e pesados em balança digital, com precisão de 0,01 g. Fragmentos menores que 0,5 cm foram considerados gerados pela fragmentação de um item maior que a tartaruga tenha ingerido. Somente “pellets” de plástico, material para produção de objetos plásticos, foram considerados como sendo uma categoria individual apesar de seu tamanho ser menor que 5 mm.

O peso relativo de cada material foi calculado da seguinte forma:

$$\text{Peso(\%)} = \frac{\text{peso do material}}{\text{peso total dos materiais}} \times 100$$

Assim como o número de itens relativo foi calculado:

$$\text{Item(\%)} = \frac{\text{número de itens do material}}{\text{número total de itens}} \times 100$$

3.2.2 Seletividade

A seletividade relativa da tartaruga quanto ao material e à cor do lixo foi calculada utilizando o teste de Waller-Duncan para diferenças entre ranks em relação à seleção (JOHNSON, 1980). Este procedimento provê uma medida da relação entre a disponibilidade do componente no ambiente e a utilização deste pelo animal, que é expresso através de valores de Tbar (diferença média entre os ranks). Tbar < 1 indica que o componente foi selecionado, Tbar = 0 indica que o componente foi consumido na mesma proporção de sua disponibilidade e Tbar > 1 indica que o componente não foi selecionado. Para esta análise, corda e nylon foram agrupados em uma única categoria devido à semelhança na forma desses itens. As variáveis na análise da seletividade por cor foram isoladas, de forma que só foram analisados materiais de plástico flexível quanto à cor, devido à predominância deste material.

3.3 Resultados

Todos os indivíduos analisados foram considerados juvenis. O CCC médio foi de 36,3 cm (desvio padrão (DP) = 2,3; min-máx = 32,4-40,0), e peso médio de 5,34 kg (DP = 1,0; min-máx = 4,0-7,5). Todos os 17 espécimes necropsiados ingeriram lixo, totalizando 1185 itens. A média de itens ingeridos por animal foi de 69,7 (DP = 109,95; min-máx = 1-362). O peso total dos itens foi de 95,4 g, com peso médio de 5,6 g por tartaruga (DP = 10,71; min-máx = <0,01-40,62).

O material mais ingerido pelas tartarugas foi o plástico flexível, com peso relativo igual a 65,9%, seguido do plástico rígido (18,4%). A Tabela 01 demonstra a representatividade de cada material em relação ao número de itens, peso e abundância relativa dos mesmos.

Tabela 01: Resíduos antrópicos registrados no trato gastrointestinal de *Chelonia mydas* coletadas no litoral de Regência, Espírito Santo. A categoria Outros representa os materiais que corresponderam a menos de 0,5% do lixo total ingerido pelas tartarugas verdes. (N: número total dos itens por material; Item: abundância relativa; Peso: peso total da categoria de resíduos antrópicos).

Material	N	Item (%)	Peso (g)
Plástico flexível	820	69,20	40,6
Plástico rígido	219	18,48	24,3
Borracha	43	3,63	16,9
Corda/Nylon	62	5,23	4,8
Isopor	18	1,52	0,4
Espuma	16	1,35	2,4
Outros	7	0,58	6,0

A maior parte de lixo ingerido pelas tartarugas é de fonte terrestre, 96,4%. Identificamos o uso de 15,4% dos materiais de plástico flexível, pois a maioria dos itens se encontrava fragmentados, o que dificultou a distinção entre embalagem plástica e sacola plástica. A categoria fragmento representa todos os itens dos materiais (plástico flexível, plástico rígido, borracha e etc.) que não tiveram seu uso original definido devido a grande fragmentação dos mesmos. O uso original de diversos itens pôde ser constatado, como alimentação (copo plástico, canudo, embalagem de bala), embalagem (materiais que serviram de embalagem, porém sem uso definido, como tampa de potes e garrafas em geral, embalagens plásticas), brinquedo (balão de festa), entre outros. A maior

participação dos resíduos em relação ao uso foi dos itens relacionados à alimentação e embalagens em geral (Figura 09).

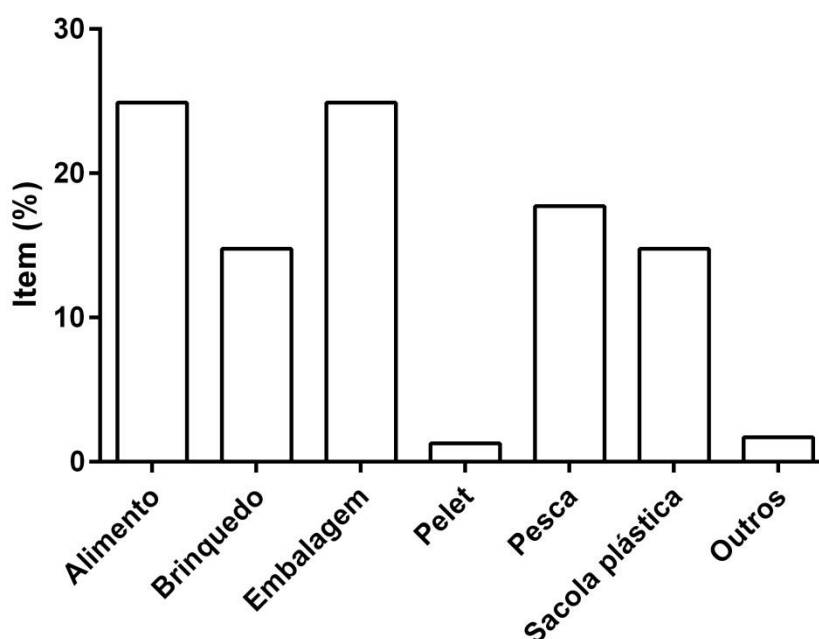


Figura 09: Item relativo referente ao uso dos materiais ingeridos pelas tartarugas verdes.

Verificamos que as tartarugas apresentaram maior seletividade por corda/nylon e plástico flexível e o material mais evitado foi o plástico rígido. A Tabela 02 demonstra o ranking dos materiais selecionados pelas tartarugas verdes.

Tabela 02: Tipo de lixo selecionado por *Chelonia mydas* no norte do Espírito Santo, componentes listados do mais selecionado para o menos selecionado. $Tbar < 1$ indica que o componente foi selecionado, $Tbar = 0$ indica que o componente foi consumido na mesma proporção de sua disponibilidade no ambiente e $Tbar > 1$ indica que o componente não foi selecionado.

Componente	Tbar	Rank
Corda/Nylon	-0,96	1
Plástico flexível	-0,93	2
Borracha	-0,81	3
Espuma	0,21	4
Isopor	0,78	5
Plástico rígido	1,71	6

A principal cor do lixo ingerido pelas tartarugas foi o branco, seguido do transparente, e que juntos corresponderam a mais da metade das cores (70,3%). Quando

avaliamos a seletividade por cor, nós percebemos uma seletividade mais forte pela cor preta. A Tabela 03 demonstra a seletividade das tartarugas verdes em relação às cores do lixo.

Tabela 03: Cor do lixo selecionado por *Chelonia mydas* no norte do Espírito Santo, componentes listados do mais selecionado para o menos selecionado. $T_{bar} < 1$ indica que o componente foi selecionado, $T_{bar} = 0$ indica que o componente foi consumido na mesma proporção de sua disponibilidade e $T_{bar} > 1$ indica que o componente não foi selecionado. A categoria VLA representa os materiais que corresponderam às cores vermelho, laranja e amarelo.

Componente	Tbar	Rank
Preto	-1,96	1
VLA	-0,71	2
Transparente	0,06	3
Branco	0,71	4
Azul	0,90	5
Verde	1,00	6

3.4 Discussão

3.4.1 Ingestão de lixo

A ingestão do plástico pelas tartarugas é um fenômeno global, afetando as populações em todo o mundo. O material mais encontrado neste estudo foi o plástico, representando 84,3% de todo o lixo ingerido por *Chelonia mydas*, o que está de acordo com a maioria dos estudos relacionados à ingestão de detritos por tartarugas (e.g. BUGONI et al., 2001; DUGUY et al., 2000; LAZAR e GRACAN, 2011; TOMAS et al., 2002). A predominância desse material provavelmente se deve a sua grande abundância no ambiente (e.g. DERRAIK, 2002; IVAR DO SUL e COSTA, 2007; IVAR DO SUL et al., 2011; MCDERMID e MCMULLEN, 2004; SCHUYLER et al., 2012; SANTOS et al., 2009; SANTOS et al., 2015a).

Em meio ao plástico flexível, parte dos itens não teve uso definido devido à grande fragmentação do material, dificultando a distinção entre embalagem plástica e sacola plástica. Contudo, conseguimos identificar o uso de sacola plástica através da parte central descartável da alça (Figura 10) e de porções não muito fragmentadas da sacola. A grande fragmentação do plástico flexível pode mascarar a significativa presença de sacolas plásticas no lixo ingerido pelas tartarugas verdes (SANTOS et al., 2015a).



Figura 10: Parte central descartável da alça de sacola plástica que foi ingerida por um indivíduo de tartaruga verde, *Chelonia mydas*.

A principal cor do lixo ingerido pelas tartarugas foi o branco (41,5%), seguido do transparente (28,8%) e que juntos corresponderam a mais da metade das cores. O registro de ingestão de lixo principalmente branco e transparente por tartarugas marinhas é comum na literatura (BUGONI et al., 2001; LAZAR e GRACAN, 2011; TOURINHO et al., 2010), a grande representatividade destas cores pode estar relacionada a sua elevada quantidade no ambiente. Porém, a ingestão do lixo de acordo com a sua cor não foi um reflexo direto de sua disponibilidade no ambiente. Estudos sugerem que a capacidade das tartarugas marinhas para distinguir as cores é um componente importante na sua atividade de forrageamento (FEHRING, 1972). A seletividade por cores pode estar relacionada à sua conspicuidade, por exemplo, a baixa seletividade de materiais de cor azul já foi observado por outros estudos (SCHUYLER et al., 2012) e pode ocorrer devido a semelhança dessa cor com o ambiente dificultando assim a sua detecção.

O oposto pode ocorrer com matérias de cores escuras, como o preto por exemplo. Fragmentos plásticos de cor escura são mais conspícuos do que os de cor clara quando vistos de baixo para cima, onde o plano de fundo é mais claro (RYAN, 1987). Desta forma podemos explicar a alta seletividade por materiais desta cor, considerando a sua maior visibilidade em relação ao contra sombreamento.

O uso original dos itens terrestres encontrados no trato gastrointestinal dos animais foi identificado como embalagens alimentares (papel de bala, tampa de refrigerante), copos e canudos descartáveis e até balões de festa. A maior parte do lixo

ingerido pelas tartarugas encontrado neste trabalho é de fonte terrestre, reforçando os resultados encontrados em outros estudos sobre tartarugas marinhas (SCHUYLER et al., 2013; SANTOS et al., 2015b).

A chance que um animal tem de encontrar com um fragmento plástico depende diretamente da disponibilidade deste resíduo no ambiente e pela estratégia de forrageamento empregada pelo animal (SANTOS et al., 2015b). A maioria dos materiais plásticos que entram no ambiente marinho é flutuante e podem estar distribuídos em diferentes extratos na coluna d'água (GREGORY, 2009). O acúmulo de lixo nos ambientes marinhos e costeiros é resultado da liberação intensa e contínua destes materiais altamente persistentes (TOURINHO et al., 2010), e a distribuição do lixo depende de vários fatores, como as condições locais de corrente marítima, direção do vento e proximidade dos pontos de entrada de lixo no ambiente marinho (BARNES et al., 2009; DERRAIK, 2002). No presente estudo o principal ponto de entrada de lixo no mar é a foz do rio Doce, localizado em Regência, no município de Linhares, Espírito Santo (CBH-Doce, 2010). A elevada ingestão de lixo, tanto em relação à prevalência nas tartarugas como sua quantidade ingerida, provavelmente está relacionada ao grande aporte de lixo pelo rio Doce, pois os rios são uma das principais fontes de entrada de lixo terrestre nos oceanos (BARNES et al., 2009; DERRAIK, 2002). Portanto, fica clara a influência do rio Doce na ingestão de detritos pelas tartarugas.

Tartarugas que se alimentam em áreas estuarinas, como Regência, são mais ameaçadas do que aquelas se alimentam em regiões recifais, devido ao aporte de lixo pelo rio (BARNES et al., 2009; DERRAIK, 2002). Isto é refletido na alta porcentagem de indivíduos que ingeriram lixo, o que está acima do esperado quando comparado com outros trabalhos (BJORNDAL et al., 1994; BUGONI et al., 2001; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; PLOTKIN e AMOS 1990; SANTOS et al., 2015a, 2015b; SCHUYLER et al., 2012; TOURINHO et al., 2010).

Além da alta disponibilidade de lixo neste ambiente, outro fator importante é a diferença na estratégia alimentar de animais que frequentam áreas estuarinas (SANTOS et al., 2015b). Devido ao maior aporte de itens alimentares carregados pelo rio e menor disponibilidade de macrófitas bentônicas, à maior turbidez da água, as tartarugas verdes podem passar a buscar itens alimentares flutuantes, exibindo uma estratégia de forrageamento pelágica, aumentando assim a chance de encontro com o plástico flutuante (SANTOS et al., 2015a; 2015b).

A ingestão dos mais variados materiais citados em vários estudos (e.g.: BJORN DAL et al., 1994; BUGONI et al., 2001; PLOTKIN e AMOS, 1990; TOURINHO et al., 2010), provavelmente demonstram que as tartarugas verdes ingerem o lixo de maneira oportunista, ou seja, estes indivíduos se alimentam de material flutuante para que possam fazer melhor uso dos itens alimentares carregados pelo rio (SANTOS et al., 2015b). Portanto, antes do homem descartar lixo no oceano, tartarugas marinhas não tinham que diferenciar entre o que era e o que não era comestível, pois essencialmente tudo era comestível (PLOTKIN e AMOS, 1990).

Neste trabalho observamos que as tartarugas encontradas nas áreas de alimentação de Regência, são susceptíveis às ameaças relacionadas à ingestão de lixo, considerando a estratégia de forrageamento pelágico de tartarugas de áreas estuarinas (e.g.: SANTOS et al., 2015b) e ainda o grande aporte de lixo pelo rio Doce.

3.4.2 Considerações finais

Como foi possível observar nesse estudo, o grau de interação de *Chelonia mydas* com resíduos sólidos na praia de Regência, Espírito Santo é relativamente elevado. Plásticos no ambiente marinho são de crescente preocupação por causa de sua persistência e os efeitos sobre os oceanos, animais selvagens, e, potencialmente, seres humanos (THOMPSON et al., 2009). Sabemos também que uma proporção considerável de plástico nos oceanos é de fonte terrestre (PRUTER, 1987), o que demonstra que estes resíduos foram descartados de forma inapropriada. O descarte inadequado de resíduos inclui a deposição destes em lixões a céu aberto e em aterros sanitários não controlados, onde o lixo não é totalmente contido. Resíduos mal administrados podem, eventualmente, entrar no oceano através de rios, saídas de efluentes domésticos e de transporte por vento ou marés (JAMBECK et al., 2015). A produção total anual de resíduos se dá principalmente uma função do tamanho da população, onde os principais países produtores de resíduos têm umas das maiores populações costeiras (JAMBECK et al., 2015).

O estudo de Jambeck et al, (2015) demonstrou que nos países costeiros que mais produzem lixo no mundo não há uma infraestrutura de gestão de resíduos adequada (a fração média de resíduos mal administrados é de 68%), inclusive o Brasil se encontra no rank dos 20 países costeiros que mais contribuem para o lixo no ambiente marinho. Plásticos tornaram-se cada vez mais dominante no mercado consumidor desde seu desenvolvimento na década de 1930 (PLASTICS EUROPE, 2013), e o setor de maior

mercado é a produção de embalagens (39,5%) (PLASTICS EUROPE, 2013, 2015), isto é, materiais concebidos para eliminação imediata. Assumindo que não haja melhoria na infraestrutura de gestão de resíduos, a quantidade cumulativa de resíduos terrestres de plástico disponíveis para entrar no ambiente marinho é prevista para aumentar por uma ordem de magnitude até 2025.

Portanto, é essencial que haja um investimento na infraestrutura da gestão de resíduos, principalmente em países de baixa e média renda (JAMBECK et al., 2015). Soluções, provavelmente, em longo prazo incluem a redução da utilização e produção de resíduos (LINDHQVIST e LIDGREN, 1990). Para isso é necessário que haja uma mudança no comportamento da sociedade atual, para contribuir na melhor gestão do lixo, assim como a redução do consumo e conseqüentemente do desperdício (MARSHALL e FARAHBAKSH, 2013), visto que a maior parcela deste lixo está associada a itens descartáveis, de eliminação imediata.

Desta forma, este trabalho soma-se aos demais para ressaltar que uma eficaz gestão de resíduos em terra e a redução da produção (GREGORY, 2009) se mostram fundamentais para a proteção das espécies marinhas (CARMAN et al., 2015).

3.5 Referências

- BARNES, D. K. A.; 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*, v. 364, p. 1985–1998, 2009.
- BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; LAGUEUX, C. J. Ingestion of Marine Debris by Juvenile Sea Turtles in Coastal Florida Habitats. *Marine Pollution Bulletin*, v. 28, n. 3, p. 154–158, 1994.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 42, n. 12, p. 1330–1334, 2001.
- CARMAN, V. G.; MACHAIN, N.; CAMPAGNA, C. Legal and institutional tools to mitigate plastic pollution affecting marine species: Argentina as a case study. *Marine Pollution Bulletin*, 2015.
- CBH-Doce (Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce). Foz do rio Doce, 2010. Disponível em: <http://www.riodoce.cbh.gov.br/Materia_FozdoRioDoce.asp>. Acesso em: 13 de agosto de 2014.
- DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, v. 44, n. 9, p. 842–852, 2002.
- DUGUY, R.; MORINIERE, P.; MEUNIER, A. The ingestion of floating debris by Luth's turtle *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) in the Gulf of Gascony. *Annales de la Societedes Sciences Naturelles de la Charente-Maritime*, v. 8, p. 1035–1038, 2000.
- FEHRING, W. K. Hue discrimination in hatchling loggerhead turtles (*Caretta caretta*). *Animal Behaviour*, v.20, p.632–636, 1972.
- GALL, S. C. e THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, v. 92, p. 170–179, 2015.
- 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*, v. 364, p. 2013–2025, 2009.
- GUEBERT-BARTHOLO, F. M.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Using gut contents to asses foraging patterns of juvenile green

- turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, v.13, p. 131-143, 2011.
- IVAR DO SUL, J. A. e COSTA, M. F. Marine debris for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? **Marine Pollution Bulletin**, v. 54, p. 1087-1104, 2007.
- IVAR DO SUL, J. A.; SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; MATTHIENSEN, A.; FILLMANN, G. Plastic pollution at a Sea Turtle Conservation Area in NE Brazil: Contrasting Developed and Undeveloped Beaches. **Estuaries and Coasts**, v.34, p. 814-823, 2011.
- JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, 2015.
- JOHNSON, D. H. The Comparison of Usage and Availability Measurements for Evaluating Resource Preference. **Ecology**, v. 61, n. 1, p. 65–71, 1980.
- LAIST, D. Overview of the Biological Effects of Lost and Discarded Plastic Debris in the Marine Environment. **Marine pollution Bulletin**, v. 18, n. 68, p. 319–326, 1987.
- LAIST, D. Impacts of Marine Debris: Entanglement of Marine Life in Marine Debris Including a Comprehensive List of Species with Entanglement and Ingestion Records. In J. Coe & D. Rogers (Eds.), *Marine Debris. Springer Series on Environmental Management*, Springer-Verlag: New York, v. 10, p. 99–139, 1997.
- LAZAR, B. e GRACAN, R. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea, **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 43–47, 2011.
- LINDHQVIST, T. e LIDGREN, K. From the Cradle to the Grave - Six Studies of the Environmental Impact of Products. **Ministry of the Environment**, p. 7–44, 1990.
- MARSHALL, R. E. e FARAHBAKHS, K. Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. **Waste Manag**, v. 33, p. 988–1003, 2013.
- MCCAULEY, S. J. e BJORN DAL, K. A. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. **Conservation Biology** v. 13, p. 925–929, 1999.
- MCDERMID, K. J. e MCMULLEN, T. L. Quantitative analysis of small-plastic debris on beaches in the Hawaiian archipelago. **Marine Pollution Bulletin**, v. 48, p. 790-794, 2004.
- MROSOVSKY, N. Plastic jellyfish. **Marine Turtle Newsletter**, v. 17, p. 5-7, 1981.

- PARKER, D. M.; COOKE, W. J.; BALAZS, G. H. Diet of oceanic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central North Pacific. **Fishery Bulletin**, v. 103, p. 142–152, 2005.
- PLASTICS EUROPE . Plastics – The Facts 2013. An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data, 2013. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/>>. Acesso em: 20 de set. 2015.
- PLASTICS EUROPE. Plastics – The Facts 2015. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, 2015. Disponível em: <<http://www.plasticseurope.org/>>. Acesso em: 20 de set. 2015.
- PLOTKIN, P. e AMOS, A. F. Effects of anthropogenic debris on sea turtles in the northwestern gulf of Mexico. In: SHOMURA, R.S. e GODFREY, M. L. (Eds.), Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris, 2-7 April 1989, Honolulu, Hawaii, U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-154. 1990.
- PRUTER, A. T. Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 18, p. 305-310, 1987.
- RYAN, P. G. The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. **Marine Environmental Research**, v. 23, 3.ed. p. 175–206, 1987.
- SANTOS, I. R.; FRIEDRICH, A. C.; IVAR DO SUL, J. A. Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 148, p. 455-462, 2009.
- SANTOS, R. G.; ANDRADES , R.; BOLDRINI M, A.; MARTINS, A. S. Debris ingestion by juvenile marine turtles: As underestimated problem. **Marine Pollution Bulletin**, v. 93, p. 37-43, 2015a.
- SANTOS, R. G.; MARTINS, A. S.; BATISTA, M. B.; HORTA, P. A. Regional and local factors determining green turtle *Chelonia mydas* foraging relationships with the environment, **Marine Ecology Progress Series**, Espírito Santo, v. 529, p. 265-277, 2015b.
- SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. To eat or not to eat? Debris selectivity by marine turtles. **PLoS ONE**, v. 7 7.ed. 2012.
- SCHUYLER, Q.; HARDESTY, B. D.; WILCOX, C.; TOWNSEND, K. Global Analysis of Anthropogenic Debris Ingestion by Sea Turtles. **Conservation Biology**, v. 28, n. 1, p. 129-139, 2013.

- TEUTEN, E. L.; SAQUING, J. M.; KNAPPE, D. R. U.; BARLAZ, M. A.; JONSSON, S.; BJ+ÂRN, A.; ROWLAND, S. J.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S.; YAMASHITA, R.; OCHI, D.; WATANUKI, Y.; MOORE, C.; VIET, P. H.; TANA, T. S.; PRUDENTE, M.; BOONYATUMANOND, R.; ZAKARIA, M. P.; AKKAVONG, K.; OGATA, Y.; HIRAI, H.; IWASA, S.; MIZUKAWA, K.; HAGINO, Y.; IMAMURA, A.; SAHA, M.; TAKADA, H. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: **Biological Sciences***, v. 364, p. 2027–2045, 2009.
- 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***, v. 364, p. 2153–2166, 2009.
- 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***, v. 44, p. 211–216, 2002.
- TOURINHO, P. S.; IVAR DO SUL, J. A.; FILLMANN, G. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? ***Marine Pollution Bulletin***, v. 60, p. 396-401, 2010.