



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

**Ecologia e Conservação de Tartarugas Marinhas
Através da Análise de Encalhes no Litoral Paraibano**

Camila Poli

João Pessoa/PB
Julho de 2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

**Ecologia e Conservação de Tartarugas Marinhas
Através da Análise de Encalhes no Litoral Paraibano**

Camila Poli

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, na Área de Zoologia.

Orientadores: Prof. Dr. Daniel Oliveira Mesquita
Dra. Rita de Cássia Siriano Mascarenhas

**João Pessoa/PB
Julho de 2011**

P766e Poli, Camila.
 Ecologia e conservação de tartarugas marinhas
 através da análise de encalhes no litoral paraibano /
 Camila Poli. – João Pessoa, 2011.
 72f. : il.
 Orientadores: Daniel Oliveira Mesquita, Rita de
 Cássia Siriano Mascarenhas
 Dissertação (Mestrado) – UFPB/CCEN
 1. Ciências Biológicas. 2. Tartarugas marinhas.
 3. Impactos antrópicos. 4. Encalhes – litoral paraibano.
 5. Detritos antropogênicos.

UFPB/BC

CDU: 57/59(043)

Título: “Ecologia e Conservação de Tartarugas Marinhas Através da Análise de
Encalhes no Litoral Paraibano”

Autora: Camila Poli

Data da defesa: 28 de Julho de 2011.

Banca Examinadora:

Dra. Rita de Cássia Siriano Mascarenhas
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Luiz Carlos Serramo Lopez
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Elvio Sérgio Figueiredo Medeiros
Universidade Estadual da Paraíba

Suplente:

Prof. Dr. Ronaldo Bastos Francini Filho
Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer as pessoas mais importantes da minha vida, sem as quais eu não teria chegado até aqui:

A minha mãe Jaque, pela educação que tive, pelo estímulo diário mesmo a distância, pela amizade mais sincera do mundo e pela confiança devotada a mim.

A minha irmã Carol, a maior parceira que eu poderia ter, pelas alegrias proporcionadas, tornando mais leves os momentos difíceis.

Aos meus avôs Carme e Osmar pelos bons valores repassados ao longo da minha vida e pelo amor e carinho que suportam qualquer distância.

Ao meu marido Carlos, companheiro de todas as horas, pelo imenso apoio, pelas doses diárias de ânimo, pelas conversas e pelos sábios conselhos. A vocês ofereço todo o meu amor sempre!

Ao eterno carinho e atenção das antigas e amadas amigas Emi, Dani e Carol que são a maior prova de que a distância não separa os verdadeiros amigos.

Aos novos amigos, companheiros de pós-graduação, Gui, Gabi, Felipe, Samuel, Dani, Renato, Tarsila e Nivaldo, por tornarem esta jornada mais divertida e agradável.

Em especial, agradeço a minha grande amiga Cinthia, por todo o apoio e companheirismo no trabalho, no estudo, nas viagens, nas festas, enfim, em todos os momentos, fossem eles bons ou ruins.

Agradeço também a todos que, de alguma forma, tornaram possível a realização deste trabalho:

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UFPB pela viabilização deste trabalho e a CAPES pela bolsa de estudos concedida.

A minha orientadora Rita, pela recepção amigável, pelos ensinamentos valiosos e pela confiança depositada em mim ao aceitar esta parceria.

Ao meu orientador Daniel, pela brilhante ajuda e pela atenção e disponibilidade, mesmo quando o tempo era curto.

A todos os voluntários do Projeto Tartarugas Urbanas, em especial as minhas amigas Clenia, Laís e Cibelle, pelo companheirismo e pela ajuda no trabalho de campo, essenciais à realização deste trabalho.

A toda galera do Bar do Surfista pelo apoio no trabalho de campo.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da UFPB pela contribuição no meu crescimento pessoal e acadêmico.

"Aquele que sabe e sabe que sabe

é sábio - segue-o

Aquele que sabe e não sabe que sabe

está a dormir - acorda-o

Aquele que não sabe e não sabe que não sabe

é um idiota - enxota-o

Aquele que não sabe e sabe que não sabe

é simples - ensina-o"

Provérbio Árabe

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO GERAL.....	01
Referências.....	06

CAPÍTULO I

Perfil de encalhes de tartarugas marinhas na costa do Estado da Paraíba, Brasil

Resumo.....	14
Introdução.....	15
Materiais e Métodos.....	18
Resultados.....	20
Discussão.....	23
Agradecimentos.....	31
Referências.....	31
Figura 1.....	42
Figura 2.....	43
Figura 3.....	44
Tabela 1.....	45
Tabela 2.....	46
Tabela 3.....	47

CAPÍTULO II

Encalhes de tartarugas marinhas revelando um alto índice de efeito letal pela ingestão de plástico

Resumo.....	48
Introdução.....	49
Materiais e Métodos.....	51
Resultados.....	53
Discussão.....	54
Agradecimentos.....	60
Referências.....	60
Figura 1.....	68
Figura 2.....	69
Figura 3.....	70
Tabela 1.....	71
Tabela 2.....	72
ANEXO	73

RESUMO

Cinco espécies de tartarugas marinhas utilizam a costa brasileira para reprodução e alimentação: a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*), a tartaruga oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*). Estas espécies estão incluídas em categorias de ameaça, tanto mundialmente, de acordo com a lista vermelha de animais ameaçados de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), como regionalmente, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, do Ministério do Meio Ambiente. As tartarugas marinhas, naturalmente, encontram uma ampla variedade de estressores, tanto naturais quanto antrópicos, como doenças, predação por outros animais, captura incidental em artefatos de pesca, poluição marinha e a caça. A coleta sistemática de dados de tartarugas marinhas encalhadas pode fornecer informação biológica útil, como por exemplo, padrões sazonais e espaciais na ocorrência e mortalidade, estrutura etária, proporção sexual, dieta, variações interanuais associadas a eventos climáticos ou antropogênicos bem como as possíveis causas de mortalidade. O objetivo deste trabalho foi analisar os encalhes de tartarugas marinhas na costa do estado da Paraíba, no período de agosto de 2009 a julho de 2010, enfatizando a observação da ocorrência de ingestão de material antropogênico. Neste período foram registrados 124 encalhes. As espécies observadas foram *C. mydas* (n = 106), *E. imbricata* (n = 15), *L. olivacea* (n = 2) e *C. caretta* (n = 1). Do total de encalhes que puderam ser mensurados (n = 122), apenas doze indivíduos (9,7%) puderam ser considerados adultos. Em 20 indivíduos, foram encontrados resíduos antropogênicos sintéticos dentro do trato gastrointestinal e destes, em 13 indivíduos foi possível concluir que a causa da morte foi a ingestão destes resíduos. Em 43 indivíduos foram observados outros vestígios de interações humanas, como ferimentos provocados por emaranhamentos em linhas ou redes, ferimentos provocados por colisões com embarcações, contato direto com manchas de óleo e ferimentos provocados por facas e arpões. Em 28,5% das tartarugas encalhadas notou-se a presença de tumores externos sugestivos de fibropapilomatose. Em 9,7% foi possível observar marcas de mordidas de tubarões. Observou-se uma diferença significativa na ocorrência de encalhes entre machos e fêmeas, sendo que as fêmeas foram mais frequentes. Também verificou-se uma diferença significativa na ocorrência de encalhes entre as diferentes estações, sendo que no período de primavera/verão (estação seca) os encalhes foram mais frequentes. O resultado mais preocupante deste estudo foi a observação de evidências de interação com atividades antrópicas em metade dos encalhes analisados. O monitoramento de encalhes se faz necessário em toda a costa do Brasil e do mundo, pois este tem papel fundamental em estudos de ecologia, biologia e conservação destas espécies, gerando assim subsídios para ações locais e direcionadas aos principais problemas observados.

Palavras-chave: *Chelonia mydas*; *Eretmochelys imbricata*; *Lepidochelys olivacea*; *Caretta caretta*; Impactos antrópicos; Encalhes; Detritos antropogênicos.

ABSTRACT

Five sea turtle species use the Brazilian coast for reproduction and feeding: loggerhead turtle (*Caretta caretta*), green turtle (*Chelonia mydas*), leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*), olive turtle (*Lepidochelys olivacea*) and hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). These species are included in the threatened categories, as much globally, according to the Red List of Threatened Species, issued by the International Union for Conservation of Nature (IUCN), as regionally, according to the Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, published by the Ministério do Meio Ambiente. Sea turtles naturally face a wide variety of stressors, both natural and anthropogenic, like diseases, predation by other animals, incidental capture in fishing artifacts, marine pollution and the hunt. Systematic data collection from stranded sea turtles can provide useful biological information, such as seasonal and spatial patterns in their occurrence, and mortality, age structure, sex ratio, diet, interannual variations associated with climatic or anthropogenic events, as well as possible mortality causes. Thus, this study aimed to examine sea turtle strandings on the coast of Paraíba State, from August 2009 to July 2010, emphasizing the observation of the occurrence of ingestion of anthropogenic debris. In this period, 124 strandings were recorded. The species observed were *C. mydas* (n = 106), *E. imbricata* (n = 15), *L. olivacea* (n = 2) and *C. caretta* (n = 1). Of the total strandings that could be measured (n = 122), only twelve individuals (9.7%) could be considered adults. In 20 individuals, synthetic anthropogenic debris were found inside the gastrointestinal tract and of these, in 13 individuals it was concluded that the death cause was the ingestion of these residues. In 43 individuals, other traces of human interactions were observed, such as injuries caused by entanglement in fishing lines or nets, collisions with vessels, direct contact with oil spills, and lesions caused by knives and harpoons. In 28.5% of the stranded turtles, the presence of external tumors was noted, suggestive of fibropapillomatosis. Moreover, in 9.7%, shark bite marks were observed. A significant difference was found in the occurrence of strandings between males and females, being that the females were more frequent. Also, a significant difference was found in the occurrence of strandings between the different seasons, being that in the spring/summer (dry season), the strandings were more frequent. The most worrying result of this study was the observation of human interactions in half of the strandings analyzed. Stranding monitoring is necessary along the whole coast of Brazil and, indeed, along those of the entire world, because it has a fundamental role in studies of the ecology, biology and conservation of these species, generating benefits for local action, directed to the major problems observed.

Key Words: *Chelonia mydas*; *Eretmochelys imbricata*; *Lepidochelys olivacea*; *Caretta caretta*; Human impact; Strandings; Anthropogenic debris.

INTRODUÇÃO GERAL

As tartarugas marinhas pertencem à Ordem Testudines e surgiram há mais de 150 milhões de anos (Márquez, 1990). Atualmente são reconhecidas sete espécies, agrupadas em duas famílias: Cheloniidae (*Caretta caretta*, Linnaeus 1758; *Chelonia mydas*, Linnaeus 1758; *Eretmochelys imbricata*, Linnaeus 1766; *Lepidochelys kempii*, Garman 1880; *Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz 1829; *Natator depressus*, Garman 1880) e Dermochelyidae (*Dermochelys coriacea*, Vandelli 1761). Destas espécies, cinco utilizam a costa brasileira para reprodução e alimentação: a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*), a tartaruga oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*_ Marcovaldi e Marcovaldi, 1999). Estas espécies têm distribuição cosmopolita e são encontradas, geralmente, em mares tropicais e subtropicais (Márquez, 1990; Meylan e Meylan, 1999).

Para as espécies que ocorrem no Brasil, de acordo com a lista vermelha de animais ameaçados de extinção da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), a tartaruga oliva é classificada como vulnerável (Abreu-Grobois e Plotkin, 2008), as tartarugas cabeçuda e verde são classificadas como em perigo (MTSG, 1996; Seminoff, 2004) e as tartarugas de couro e de pente como criticamente em perigo (Sarti Martinez, 2000; Mortimer e Donnelly, 2008). Todas essas espécies integram o Apêndice I da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Silvestres - CITES (CITES, 2010) e o Apêndice I da Convenção sobre a Conservação de Espécies Migratórias de Animais Silvestres - CMS (CMS, 2009). No Brasil, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, do Ministério do Meio Ambiente, as espécies de tartarugas marinhas que estão

classificadas como vulneráveis são as tartarugas cabeçudas e verdes, em perigo as tartarugas de pente e olivas e criticamente em perigo a tartaruga de couro (Martins e Molina, 2008).

O nordeste do Brasil é reconhecido como uma importante área de alimentação e reprodução de pelo menos quatro espécies de tartarugas marinhas: tartaruga de pente, cabeçuda, oliva e verde (Marcovaldi *et al.*, 1999; Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Sanches, 1999; Marcovaldi *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007). As principais áreas de desova da tartaruga de pente no Nordeste e no Brasil são os litorais norte do estado da Bahia e de Sergipe (Marcovaldi *et al.*, 1999; Marcovaldi *et al.*, 2011), o litoral sul do Rio Grande do Norte (Marcovaldi *et al.*, 2007) e o litoral da Paraíba (Mascarenhas *et al.*, 2003). Além disso, os litorais dos estados do Rio Grande do Norte e de Pernambuco são áreas de alimentação de juvenis desta espécie (Grossman *et al.*, 2007; Sales *et al.*, 2008; Marcovaldi *et al.*, 2011). Tartarugas olivas desovam principalmente entre o litoral sul do estado de Alagoas e o litoral norte da Bahia com maior densidade de desovas no estado de Sergipe, e juvenis e adultos ocorrem em áreas costeiras e oceânicas desde o Rio Grande do Sul até o Pará, (Silva *et al.*, 2007; Sales *et al.*, 2008; Castilhos *et al.*, 2011). A tartaruga cabeçuda é a espécie que desova em maior número no Brasil, sendo a principal área de desova o litoral norte da Bahia, seguido do estado de Sergipe (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Sales *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2011). Ocorrências de indivíduos desta espécie, em diferentes estágios de vida, também são registradas na costa de diversos estados do Brasil, entre o Pará e o Rio Grande do Sul, em águas costeiras ou oceânicas. (Santos *et al.*, 2011). As principais áreas de desova de tartarugas verdes no Nordeste do Brasil são as ilhas oceânicas do Atol das Rocas, no estado do Rio Grande do Norte, e do Arquipélago de Fernando de Noronha, no estado de Pernambuco (Almeida *et al.*, 2011). Ocorrências não reprodutivas desta espécie são registradas em

praticamente toda a costa do Brasil e também nas ilhas (Grossman *et al.*, 2007; Almeida *et al.*, 2011), incluindo presenças pontuais de indivíduos se alimentando, durante todo o ano, perto dos recifes de coral ao longo da costa da Paraíba (Mascarenhas *et al.*, 2005).

Tartarugas marinhas são animais migradores de longas distâncias, estabelecendo seus nichos ecológicos em diversos ambientes marinhos e regiões geográficas distintas, ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida, variando de ambientes pelágicos quando filhotes para diversas áreas costeiras nas fases juvenis e adultas (Bolten, 2003; Plotkin, 2003). Com exceção da desova e do desenvolvimento embrionário, que ocorrem em praias tropicais, estes animais cumprem todo seu ciclo de vida no mar (Bolten, 2003; Kamel e Mrosovsky, 2005). Assim como em alguns outros répteis, a determinação do sexo das tartarugas marinhas é dependente da temperatura de incubação do ninho, sendo que as temperaturas relativamente baixas produzem machos e as temperaturas relativamente altas produzem fêmeas (Wibbels, 2003). Todas as espécies de tartarugas marinhas apresentam uma maturidade tardia, havendo assim um aumento do risco de morte antes da reprodução (Heppel *et al.*, 2003). Este ciclo de vida complexo contribui para tornar esses indivíduos ainda mais suscetíveis às ameaças oferecidas, que ocorrem tanto nas praias de nidificação como no ambiente marinho (Bolten, 2003).

As tartarugas marinhas, naturalmente, encontram uma ampla variedade de estressores, tanto naturais quanto antrópicos, (Lutcavage *et al.*, 1997; Milton e Lutz, 2003). Embora sejam fisicamente robustas e capazes de acomodar danos físicos graves, as tartarugas marinhas parecem estar surpreendentemente vulneráveis a insultos químicos e biológicos (Lutcavage *et al.*, 1997). Estressores antropogênicos podem proporcionar impactos diretos ou indiretos sobre a saúde de tartarugas marinhas (Milton e Lutz, 2003). Impactos diretos incluem problemas como vazamentos de óleo, ingestão

de plástico, emaranhamento em linhas e redes de pesca, bem como a presença de pesticidas persistentes e metais pesados, e os efeitos indiretos ocorrem principalmente através da degradação de hábitat: a eutrofização, a contribuição de poluentes para a proliferação de algas tóxicas, e o colapso da cadeia alimentar (Milton e Lutz, 2003). Inúmeros estudos revelam que as atividades antrópicas diretas e indiretas sobre tartarugas marinhas são, atualmente, as causas mais frequentes de morte desses animais (Epperly *et al.*, 1996; Boulon, 2000; Kopsida *et al.*, 2000; Bugoni *et al.*, 2001; Casale *et al.*, 2010).

Dentre as atividades antrópicas sobre indivíduos juvenis e adultos, a captura por artefatos de pesca vem sendo reportada como a principal ameaça para tartarugas marinhas no mundo (Soto *et al.*, 2003; Mascarenhas *et al.*, 2005; Marcovaldi *et al.*, 2006; Bugoni *et al.*, 2008; Casale, 2008). A poluição marinha é outra séria ameaça que pode levar um indivíduo à morte por meio da ingestão de lixo ou pelo emaranhamento (Bjorndal *et al.*, 1994; Bugoni *et al.*, 2001; Buitrago e Guada, 2002; Tourinho *et al.*, 2010). Além disso, embora proibida em grande parte do mundo, todas as espécies de tartarugas marinhas vêm sendo utilizadas há décadas como fonte de proteína, através do consumo da carne ou dos ovos ou como matéria prima na confecção de adornos e artefatos em geral (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Campbell, 2003). Outra séria ameaça para tartarugas marinhas é a doença da fibropapilomatose (FP) que, embora tenha evidência de uma etiologia viral, pode ter como fator associado vários tipos de contaminantes ambientais (Herbst, 1994; Aguirre, 1998).

Uma pequena porcentagem das tartarugas mortas ou debilitadas encalha nas praias e representa uma oportunidade para a investigação, tendo papel fundamental em estudos de ecologia, biologia e conservação destas espécies (Epperly *et al.*, 1996; Shaver e Teas, 1999). O encalhe é dito como todo evento no qual um animal chega à

área de areia da praia, manguezais ou sobre rochas e/ou recifes de coral, vivo ou morto, e não apresenta condições de voltar à água do mar (Jefferson *et al.*, 1993). A coleta sistemática de dados de tartarugas marinhas encalhadas pode fornecer informação biológica útil, como padrões sazonais e espaciais na ocorrência e mortalidade, estrutura etária, proporção sexual, dieta, variações interanuais associadas a eventos climáticos ou antropogênicos bem como as causas de mortalidade (Bjorndal, 1999). Por exemplo, em vários estudos, o número de tartarugas encalhadas na praia foi utilizado como um índice de capturas de tartarugas em artefatos de pesca na região, assumida como a causa do encalhe (Caillouet *et al.*, 1996; Epperly *et al.*, 1996; Lewison *et al.*, 2003; Peckham *et al.*, 2008; Tomás *et al.*, 2008), ou como índice de outros fatores de mortalidade (Chaloupka *et al.*, 2008), além de identificar padrões de distribuição (Hart *et al.*, 2006; Witt *et al.*, 2007). No estado da Paraíba já foram registrados encalhes de quatro espécies: tartaruga verde, cabeçuda, oliva e de pente (Mascarenhas *et al.*, 2005; Mascarenhas e Iverson, 2008).

Diante da atual situação de vulnerabilidade de todas as espécies de tartarugas marinhas, o monitoramento de encalhes se faz necessário, objetivando a busca das causas para estes e gerando dados para ações futuras de minimização do problema. Desta forma, este estudo tem por objetivo analisar os encalhes de tartarugas marinhas nos municípios de João Pessoa e Cabedelo, estado da Paraíba, no período de agosto de 2009 a julho de 2010, enfatizando a observação da ocorrência de ingestão de material antropogênico, e gerando assim dados para uma integração local, nacional e internacional de esforços conservacionistas para estas espécies.

REFERÊNCIAS

- Abreu-Grobois, A., Plotkin, P., 2008. *Lepidochelys olivacea*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Download em 15 de Maio de 2011.
- Aguirre, A.A., 1998. Fibropapilomas en Tortugas Marinas: un Taller del XVIII Simpósio anual sobre la biología y la conservación de las tortugas marinas. Noticiario de Tortugas Marinas 82, pp. 10-12.
- Almeida, A.P., Santos, A.J.B., Thomé, J.C.A., Belini, C., Baptistotte, C., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Lopes, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.
- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Lagueux, C.J., 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. Marine Pollution Bulletin 28, pp. 154-158.
- Bjorndal, K.A., 1999. Priorities for research in foraging habitats. In Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M. (Eds.) Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4, pp. 12–14.
- Bolten, A.B., 2003. Variation in Sea Turtle Life History Patterns: Neritic vs. Oceanic Developmental Stages. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), The biology of sea turtle, Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 243-258.
- Boulon, R.H.J., 2000. Trends in sea turtle strandings, U.S. Virgin Islands: 1982 to 1997. In: Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-436, pp. 261–263.

- Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V., 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 42, pp. 1330-1334.
- Bugoni L., Neves T.S., Leite Jr., N.O., Carvalho D., Sales G., Furness R.W., Stein C.E., Peppes F.V., Giffoni B.B., Monteiro D.S., 2008. Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil. *Fisheries Research* 90, pp. 217–224.
- Buitrago, J., Guada, H.J., 2002. La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Venezuela. *Interciencia* 27 (8), pp. 392 - 399.
- Caillouet, C.W., Shaver, D.J., Teas, W.G., Nance, J.M., Revera, D.B., Cannon, A.C., 1996. Relationship between sea turtle stranding rates and shrimp fishing intensities in the northwestern Gulf of Mexico: 1986–1989 versus 1990–1993. *Fishery Bulletin* 94, pp. 237–249.
- Campbell, L.M., 2003. Contemporary Culture, Use, and Conservation of Sea Turtles. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtle*, Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 307-338.
- Casale P., 2008. Incidental Catch of Marine Turtles in the Mediterranean Sea: Captures, Mortality, Priorities. WWF. Italy: Rome.
- Casale P., Affronte, M., Insacco, G., Freggi, D., Vallini, C., D’astore, P.P., Basso, R., Paolillo, G., Abbate, G., Argano, R., 2010. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20, pp. 611–620.
- Castilhos, J.C., Coelho, C.A., Argolo, J.F., Santos, E.A.P., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Lopez, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga

marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.

Chaloupka, M., Work, T.M., Balazs, G.H., Murakawa, S.K.K., Morris, R., 2008. Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982–2003). Marine Biology 154, pp. 887–898.

CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, 2011. In: Appendices I, II and III (valid from 17 April 2011). <<http://www.cites.org/eng/app/Appendices-E.pdf>> Download em 15 de Maio de 2011.

CMS - Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals, 2009. In: Appendices I and II (effective 5 March 2009). <http://www.cms.int/documents/appendix/Appendices_COP9_E.pdf> Download em 15 de Maio de 2011.

Epperly, S.P., Braun, J., Chester, A.J., Cross, F.A., Merriner, J.V., Tester, P.A., Churchill, J.H., 1996. Beach strandings as an indicator of at-sea mortality of sea turtles. Bulletin of Marine Science 59, pp. 289–297.

Grossman, A., Mendonça, P., Costa, M.R., Bellini, C., 2007. Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserve, Brazil. Marine Turtle Newsletter 118, pp. 12-13.

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

Heppell, S.S.; Snover, M.L.; Crowder, L.B., 2003. Sea Turtle Population Ecology. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), The biology of sea turtle, Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 275-306.

- Herbst, L.H., 1994. Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases* 4, pp. 389–425.
- Jefferson, T.A., Leatherwood, S., Webber, M.A., 1993. *Marine Mammals of the World: FAO Species Identification Guide*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, II, 320pp.
- Kamel, S. J., Mrosovsky, N. 2005. Repeatability of nesting preferences in the hawksbill sea turtle *Eretmochelys imbricata* and their fitness consequences. *Animal Behaviour*, 70, pp. 819–828.
- Kopsida, H., Margaritoulis, D., Dimopoulos, D., 2000. What marine turtle strandings can tell us? In: *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-477; pp. 207–209.
- Lewison, R.L., Crowder, L.B., Shaver, D.J., 2003. The impact of turtle excluder devices and fisheries closures on loggerhead and Kemp's ridley strandings in the western Gulf of Mexico. *Conservation Biology* 17, pp. 1089–1097
- Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B.E., Lutz, P.L., 1997. Human impacts on sea turtle survival. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 387–409.
- Marcovaldi, M.A., Marcovaldi, G.G., 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation* 91, pp. 35-41.
- Marcovaldi, M.A., Vieitas, C.F., Godfrey, M.H., 1999. Nesting and conservation management of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Northern Bahia, Brazil. *Chelonian Conservation Biology* 3, pp. 301-307.
- Marcovaldi, M.A., Sales, G., Thomé, J.C.A., Silva, A.C.C.D., Gallo, B.M., Lima, E.H.S.M., Lima, E.P., Bellini, C., 2006. Sea turtles and fishery interactions in

- Brazil: identifying and mitigating potential conflicts. Marine Turtle Newsletter, 112, pp. 4-8.
- Marcovaldi, M.A., Lopez, G.G., Soares, L.S., Santos, A.J.B., Bellini, C., Barata, P.C.R., 2007. Fifteen Years of Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Nesting in Northern Brazil. Chelonian Conservation and Biology 6, pp. 223-228.
- Marcovaldi, M.A., Lopez, G.G., Soares, L.S., Belini, C., Santos, A.S., Lopez, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.
- Marine Turtle Specialist Group, 1996. *Caretta caretta*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Download em 15 de Maio de 2011.
- Márquez, M.R., 1990. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. In: Fischer W. and Scialabba N. (Eds) FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis, no. 125, vol. 11, pp. 81.
- Martins, M., Molina, F. B., 2008. Répteis: Panorama Geral dos Répteis Ameaçados do Brasil. In: Machado, A.B.M., Drummond, G.M., Paglia, A.P. (Eds), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, pp. 1420.
- Mascarenhas, R., Zeppelini, D., Moreira, V.S., 2003. Observations on sea turtles in the State of Paraíba, Brazil. Marine Turtle Newsletter 101, pp. 16-18.
- Mascarenhas, R., Santos, R., Zeppelini, D., 2005. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba, Brazil. Marine Turtle Newsletter 107, pp. 13-14.
- Mascarenhas, R., Iverson, P.J., 2008. Fibropapillomatosis in Stranded Green Turtles (*Chelonia mydas*) in Paraíba State, Northeastern Brazil: Evidence of a Brazilian Epizootic? Marine Turtle Newsletter 120, pp. 3-6.

- Meylan, A.B.; Meylan P.A., 1999. Introduction to the evolution, life history, and biology of sea turtles. In Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M. (Eds.) Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4, pp. 3-5.
- Milton, S., Lutz, P., 2003. Physiological and Genetic Responses to Environmental Stress. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), The biology of sea turtle, Volume II. CRC Marine Sciences Series, CRC Press, pp. 163-198.
- Mortimer, J.A, Donnelly, M., 2008. *Eretmochelys imbricata*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Download em 15 de Maio de 2011.
- Peckham, S.H., Maldonado-Diaz, D., Koch, V., Mancini, A., Gaos, A., Tinker, M.T., Nichols, W.J., 2008. High mortality of loggerhead turtles due to by-catch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. Endangered Species Research 5, pp. 171–183.
- Plotkin, P., 2003. Adult Migrations and Habitat Use. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), The biology of sea turtle, Volume II. CRC Marine Sciences Series, CRC Press, 225-242.
- Sales, G., Giffoni, B.B., Barata, P.C.R., 2008. Incidental catch of sea turtles by the Brazilian pelagic longline fishery. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 88(4), pp. 853–864.
- Sanches, T.M., 1999. Tartarugas Marinhas. PROJETO TAMAR – IBAMA. 42pp.
- Santos, A.S., Soares, L.S., Marcovaldi, M.A., Monteiro, D.S., Giffoni, B., Almeida, A.P., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.

- Sarti Martinez, A.L., 2000. *Dermochelys coriacea*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Download em 15 de Maio de 2011.
- Seminoff, J. A., 2004. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Download em 15 de Maio de 2011.
- Shaver, D.J., Teas, W.G., 1999. Stranding and salvage networks. In Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M. (Eds.) Research and management techniques for the conservation of sea turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4, pp. 152-155.
- Silva, A.C.C.D., Castilhos, J.C., Lopez, G.G., Barata, P.C.R., 2007. Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87, pp. 1047-1056.
- Soto, J.M.R., Serafini, T.Z., Celini, A.A.O., 2003. Beach strandings of sea turtles in the state of Rio Grande do Sul: an indicator of gillnet interaction along the southern Brazilian coast. In Seminoff J.A. (ed.) Proceedings of the 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, pp. 276.
- Tomás, J., Gozalbes, P., Raga, J.A., Godley, B.J., 2008. Bycatch of loggerhead sea turtles: insights from 14 years of stranding data. Endangered Species Research 5, pp. 167–169.
- Tourinho, P.S., Ivar do Sul, J.A, Fillmann G., 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? Marine Pollution Bulletin 60, pp. 396-401.

- Wibbels, T., 2003. Critical Approaches to Sex Determination in Sea Turtles. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), The biology of sea turtle, Volume II. CRC Marine Sciences Series, CRC Press, pp. 103-134.
- Witt, M.J., Penrose, R., Godley, B.J., 2007. Spatio-temporal patterns of juvenile marine turtle occurrence in waters of the European continental shelf. *Marine Biology* 151, pp. 873–885.

Perfil de encalhes de tartarugas marinhas na costa do Estado da Paraíba, Brasil

Resumo

Este estudo analisou os encalhes de tartarugas marinhas no litoral do estado da Paraíba, no período de agosto de 2009 a julho de 2010. Neste período foram registrados 124 encalhes. As espécies observadas foram *Chelonia mydas* (n = 106), *Eretmochelys imbricata* (n = 15), *Lepidochelys olivacea* (n = 2) e *Caretta caretta* (n = 1). A média do Comprimento Curvilíneo da Carapaça (CCC) entre as espécies foi de 56,5 cm (n = 104) para *C. mydas*; 48,8 cm (n = 15) para *E. imbricata* e 61,6 cm (n = 2) para *L. olivacea*. Do total de encalhes que puderam ser mensurados (n = 122), apenas doze indivíduos (9,7%) puderam ser considerados adultos. Em 20 indivíduos, foram encontrados resíduos antropogênicos sintéticos dentro do trato gastrointestinal. Em 43 indivíduos foram observados outros vestígios de interações humanas, como ferimentos provocados por emaranhamentos em linhas ou redes, ferimentos provocados por colisões com embarcações, contato direto com manchas de óleo e ferimentos provocados por objetos perfuro-cortantes. Em 28,5% das tartarugas encalhadas notou-se a presença de tumores externos sugestivos de fibropapilomatose. Em 9,7% foi possível observar marcas de mordidas de tubarões. Foram realizadas regressões logísticas para estabelecer uma relação entre o CCC dos encalhes e os diferentes tipos de interações observadas para *C. mydas*. Dos 107 indivíduos que tiveram o sexo determinado, 76 eram fêmeas e 31 eram machos. Foi encontrada diferença significativa na ocorrência de encalhes entre as diferentes estações, sendo que 27,4% dos animais encalharam na estação chuvosa e 72,6% encalharam na estação seca. O resultado mais preocupante deste estudo foi a observação de evidências de interação com atividades antrópicas em metade dos encalhes analisados. O monitoramento de encalhes se faz necessário em toda a costa do Brasil e do mundo, pois este tem papel fundamental em estudos de ecologia, biologia e conservação destas espécies, gerando assim subsídios para ações locais e direcionadas aos principais problemas observados.

Palavras-chave: *Chelonia mydas*; *Eretmochelys imbricata*; *Lepidochelys olivacea*; *Caretta caretta*; Impactos antrópicos.

Introdução

Tartarugas marinhas são animais migradores de longas distâncias e estabelecem seus nichos ecológicos em diversos ambientes marinhos e regiões geográficas distintas ao longo das diferentes fases do seu ciclo de vida, variando de ambientes pelágicos quando filhotes para diversas áreas costeiras nas fases juvenis e adultas (Bolten, 2003; Plotkin, 2003). Por possuírem este hábito migratório, as tartarugas estão suscetíveis às ameaças oferecidas tanto nos ambientes oceânicos como nos ambientes neríticos (Bolten, 2003). Cinco espécies de tartarugas marinhas utilizam a costa brasileira para reprodução e alimentação: a tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), a tartaruga verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*), a tartaruga oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*_ Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Peres *et al.*, 2011). Estas espécies estão incluídas em categorias de ameaça, tanto mundialmente, de acordo com a lista vermelha de animais ameaçados de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), como regionalmente, de acordo com o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, do Ministério do Meio Ambiente (Martins e Molina, 2008).

As tartarugas marinhas, naturalmente, encontram uma ampla variedade de estressores, tanto naturais quanto antrópicos (Lutcavage *et al.*, 1997; Milton e Lutz, 2003a). Dados da literatura indicam que uma das principais causas de mortalidade de tartarugas marinhas, ligada à ação antrópica, no Brasil e no mundo é a captura incidental em artefatos de pesca (Soto *et al.*, 2003; Mascarenhas *et al.*, 2005; Marcovaldi *et al.*, 2006; Bugoni *et al.*, 2008; Casale *et al.*, 2010). No Brasil, a captura de tartarugas marinhas é proibida pela legislação federal (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999), e medidas foram tomadas para resolver o problema da captura incidental por espinhéis e outros tipos de artefatos de pesca (Marcovaldi *et al.*, 2002).

A poluição marinha é outra séria ameaça que além de gerar impactos diretos pela degradação dos habitats, pode levar um indivíduo à morte por meio da ingestão de lixo (Capítulo II), ou pelo emaranhamento (Bjorndal *et al.*, 1994; Buitrago e Guada, 2002; Ivar do Sul e Costa, 2007). Nos litorais Sul e Nordeste do Brasil, a ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas vem sendo reportada com frequência por alguns estudos (Bugoni *et al.*, 2001; Mascarenhas *et al.*, 2004; Tourinho *et al.*, 2010; Guebert-Bartholo *et al.*, 2011; Capítulo II). Além disso, embora proibido em grande parte do mundo, todas as espécies de tartarugas marinhas vêm sendo utilizadas há décadas como fonte de proteína, através do consumo da carne ou dos ovos ou como matéria prima na confecção de adornos e artefatos em geral (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Campbell, 2003).

Além das ameaças antrópicas, as tartarugas marinhas sofrem impactos por vários tipos de doenças e, dentre elas, a fibropapilomatose (FP) vem sendo uma das mais discutidas e estudadas (Herbst, 1994; Herbst e Jacobson, 2003). Papilomas cutâneos, fibromas e fibropapilomas são as três lesões proliferativas que caracterizam a doença e podem ocorrer tanto externa como internamente (Herbst, 1994). Apesar da doença já ter sido reportada para outras espécies, *C. mydas* é reconhecidamente a mais atingida (Aguirre, 1998; Work *et al.*, 2004; Foley *et al.*, 2005; Chaloupka *et al.*, 2008). A etiologia da FP vem sendo amplamente estudada e, embora ainda não seja totalmente conhecida, inúmeros estudos a associam a um tipo de herpesvírus (Herbst e Klein, 1995; Herbst *et al.*, 2008; Kang *et al.*, 2008; Stacy *et al.*, 2008; Work *et al.*, 2009). Mesmo existindo uma evidência convincente de uma etiologia viral, outros fatores como infestação por parasitas, suscetibilidade genética, carcinógenos químicos, contaminantes ambientais e biotoxinas podem ter um papel adicional na etiologia da FP (Herbst, 1994; Aguirre, 1998). A FP é uma doença debilitante e pode ser fatal e, além disso,

crescimentos externos podem comprometer a habilidade do animal de se alimentar ou nadar (George, 1997).

Uma parte dos animais mortos ou debilitados encalha nas praias e tem papel fundamental em estudos de ecologia, biologia e conservação destas espécies (Epperly *et al.*, 1996). A coleta sistemática de dados de tartarugas marinhas encalhadas pode fornecer informação biológica útil, como por exemplo, padrões sazonais e espaciais na ocorrência e mortalidade, estrutura etária, proporção sexual, dieta, variações interanuais associadas a eventos climáticos ou antropogênicos bem como as possíveis causas de mortalidade (Bjorndal, 1999). No estado da Paraíba já foram registrados encalhes de quatro espécies: *C. mydas*, *C. caretta*, *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys olivacea* (Mascarenhas *et al.*, 2005; Mascarenhas e Iverson, 2008).

Diante da atual situação de vulnerabilidade de todas as espécies de tartarugas marinhas, analisar sistematicamente os encalhes destes animais, enfatizando a busca das causas e gerando dados para ações futuras de minimização do problema e conservação das espécies, é cada vez mais urgente. Desta forma, este estudo tem por objetivo analisar os encalhes de tartarugas marinhas no litoral do estado da Paraíba, no período de agosto de 2009 a julho de 2010, testando as seguintes hipóteses: (1) A ocorrência de encalhes de diferentes espécies não é homogênea; (2) Há diferença significativa na ocorrência de encalhes por estrutura etária; (3) A ocorrência de interações antrópicas não é homogênea; (4). O estágio de vida das tartarugas está relacionado com as possíveis causas de encalhe; (5) A ocorrência de encalhes de machos e fêmeas não é homogênea; (6) Há diferença significativa na ocorrência de encalhes entre as estações seca e chuvosa; (7) Há diferença significativa na ocorrência de indivíduos juvenis e adultos entre as estações seca e chuvosa.. Estes resultados gerarão dados para uma

integração local, nacional e internacional de esforços conservacionistas para estas espécies.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no litoral do estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil, nas praias urbanas dos municípios de João Pessoa (7°08'S e 34°48'W) e Cabedelo (7°01'S e 34°49'W), abrangendo 15 km de extensão (Figura 1). Foi realizado um monitoramento diário de parte da área, entre as praias do Bessa (7°05'S e 34°49'W) e Ponta de Campina (7°01'S e 34°49'W). Para o restante da área, os encalhes foram notificados através de parcerias com os órgãos ambientais e com a comunidade local que, no momento da observação de um encalhe, contatava os pesquisadores através de uma linha telefônica exclusiva, o “SOS Tartarugas”. Este estudo foi realizado em um período de 12 meses, de agosto de 2009 a julho de 2010.

No caso de indivíduos mortos foram coletados no próprio local do encalhe os dados externos de estado de conservação da carcaça, evidência de interação antropogênica, presença de tumores, presença de anilhas e evidência de interação com outras faunas. O estado de conservação da carcaça foi dividido nas categorias a) sem evidência de decomposição, b) decomposição moderada e c) decomposição avançada. Também obteve-se o Comprimento Curvilíneo da Carapaça (CCC) e a Largura Curvilínea da Carapaça (LCC_ Wyneken, 2001), utilizando fita métrica maleável com precisão de 0,1cm. A identificação das espécies foi baseada em características morfológicas (Pritchard e Mortimer, 1999). Os indivíduos foram classificados como juvenis ou adultos baseados nas medidas de CCC e LCC (Márquez, 1990; Hirth, 1993; Grossman *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2010). Neste estudo foi empregada a terminologia sugerida por Musick e Limpus (1997), em que o termo “juvenil” descreve indivíduos

que tenham iniciado a atividade de alimentação (isto é, não dependem mais do conteúdo do saco vitelino), mas ainda não atingiram a maturidade sexual.

Após a coleta de dados externos as carcaças foram necropsiadas (Wyneken, 2001) para coleta de dados internos como sexagem, observação de tumores internos e análise de todo o trato digestório na busca de material antropogênico. Os tratos gastrointestinais foram removidos, desde o esôfago até a porção final do intestino, e cada órgão foi analisado separadamente. O conteúdo gastrointestinal foi lavado e, quando presentes, os resíduos não orgânicos foram distinguidos dos demais itens alimentares. A determinação do sexo foi realizada através da análise visual das gônadas (Wyneken, 2001). Para os animais encalhados vivos, após a coleta de dados externos, estes foram encaminhados para reabilitação junto ao Projeto Tartarugas Urbanas. Animais que morreram durante a reabilitação foram submetidos ao mesmo procedimento de necropsia. No momento da observação do encalhe, a data foi anotada, para posterior verificação de sazonalidade.

Com o objetivo de testar as hipóteses propostas, foram aplicadas análises estatísticas. Para a verificação da homogeneidade na ocorrência de encalhes de diferentes espécies foi realizado um teste de Kolmogorov-Smirnov (Ayres *et al.*, 2007). O teste de Qui-quadrado foi aplicado para verificar a homogeneidade na ocorrência de encalhes de indivíduos juvenis e adultos, apenas para as espécies com um número significativo de encalhes (Ayres *et al.*, 2007). Para testar se a ocorrência de interações antrópicas foi homogênea, foi realizado um teste de Kolmogorov-Smirnov, também apenas para espécies com um número significativo de encalhes (Ayres *et al.*, 2007). Também foi realizada uma Regressão Logística (Fox, 2005) entre o CCC das tartarugas e as possíveis causas de encalhe (antrópicas ou naturais), com o objetivo de visualizar se há relação entre o tamanho da tartaruga com as diferentes interações observadas. O teste

de Qui-quadrado foi aplicado para verificar a homogeneidade na ocorrência de encalhes de indivíduos machos e fêmeas, apenas para as espécies com um número significativo de encalhes (Ayres *et al.*, 2007). Para verificar a diferença de ocorrência de encalhes nas estações seca e chuvosa foi aplicado um teste de Qui-quadrado e também um teste de Rayleigh com o objetivo de evidenciar o período de maior ocorrência de encalhes (Ayres *et al.*, 2007). Para as espécies com um número significativo de encalhes, foi realizado o teste de Mann-Whitney com o objetivo de verificar se houve diferença significativa na ocorrência de indivíduos juvenis e adultos entre as estações seca e chuvosa (Ayres *et al.*, 2007). Para todas as análises estatísticas, os resultados foram considerados significativos a um nível alfa de 0,05 (Zar, 1999).

Resultados

De agosto de 2009 a julho de 2010 foram registrados 124 encalhes de tartarugas marinhas no trecho de estudo. Dos 124 encalhes observados, 15 (12,1%) encalharam vivos, vindo a óbito durante o período de reabilitação. Quanto ao estado de conservação da carcaça, 19 (17,4%) não mostravam evidências de decomposição, 29 (26,6%) estavam em decomposição moderada e 61 (56%) em decomposição avançada. Em 20 (16,1%) encalhes faltavam partes da carcaça. No total foram realizadas 98 necropsias. O teste de Kolmogorov-Smirnov mostrou que a ocorrência de encalhes de diferentes espécies não foi homogênea (Desvio Máximo = 0,604; $p < 0,01$), tendo sido observadas 106 *C. mydas*, (85,4%), 15 *E. imbricata* (12,1%), duas *L. olivacea* (1,6%) e uma *C. caretta* (0,9%; Figura 2).

A média do CCC foi de 56,5 cm ($\pm 21,5$; $n = 104$) para *C. mydas*; 48,8 cm ($\pm 21,6$; $n = 15$) para *E. imbricata* e 61,6 cm ($\pm 2,3$; $n = 2$) para *L. olivacea* (Tabela 1). A medida de CCC para a única *C. caretta* coletada foi de 93,5. A média do LCC entre as

espécies foi de 52,2 cm ($\pm 20,3$; $n = 104$) para *C. mydas*; 43,3 cm ($\pm 19,9$; $n = 15$) para *E. imbricata* e 66 cm ($\pm 2,2$; $n = 2$) para *L. olivacea* (Tabela 1). O LCC da *C. caretta* foi de 86 cm. As medidas de CCC e LCC de dois indivíduos da espécie *C. mydas* não puderam ser mensuradas pela falta de parte ou de toda a carapaça. Para o total de encalhes que foram mensurados, apenas doze indivíduos (9,7%; $n = 12/122$) puderam ser considerados adultos. Verificou-se uma diferença significativa na ocorrência de juvenis e adultos de *C. mydas* ($\chi^2_{\text{YATES}} = 40,9$; $p = 0,0001$) sendo observados nove indivíduos adultos (8,6%, $n = 9/104$). Para *E. imbricata* não foi observada diferença significativa na ocorrência de juvenis e adultos ($\chi^2_{\text{YATES}} = 2,9$; $p = 0,18$), sendo observado três indivíduos adultos (20%; $n = 3/15$).

Com relação às interações com atividades antropogênicas, em 20 (20,4%) indivíduos, dos 98 tratos gastrointestinais analisados, foram encontrados resíduos antropogênicos sintéticos, sendo 13 *C. mydas* (65%), cinco *E. imbricata* (25%) e duas *L. olivacea* (10%; Tabela 2). Além disso, considerando as 104 carcaças que estavam inteiras, em 43 (41,3%) indivíduos observou-se outros vestígios de interações humanas, como ferimentos provocados por emaranhamentos em linhas ou redes (33,6%), ferimentos provocados por colisões com embarcações (3,8%), ferimentos provocados por objetos perfuro-cortantes (3,8%) e contato direto com manchas de óleo (0,96%; Tabela 2). O teste de Kolmogorov-Smirnov demonstrou que a proporção de interações antrópicas não foi homogênea para *C. mydas* (Desvio Máximo = 0,383; $p < 0,01$). Para *E. imbricata* o mesmo teste demonstrou que houve homogeneidade nas interações antrópicas (Desvio Máximo = 3; $p > 0,05$).

Além dos vestígios de interação humana, outras carcaças demonstraram sinais que poderiam estar ligados a possíveis causas de debilitação que resultou em encalhe. Em 28,5% ($n = 30/105$) das tartarugas encalhadas notou-se a presença de tumores

externos sugestivos de FP, considerando as carcaças que estavam inteiras e aquelas que, mesmo incompletas, também apresentaram os mesmos tipos de tumores. Todos os indivíduos que apresentaram estes tumores eram da espécie *C. mydas* com CCC variando entre 37,9 e 76,4cm ($\bar{X}$ = 54cm). Em 9,7% (n = 12/124) das carcaças foi possível observar marcas de mordidas de tubarões. Dos 12 animais que apresentavam evidência de interação com tubarões, apenas dois possuíam um CCC menor que 75 cm de comprimento, representando assim juvenis grandes ou adultos.

A Regressão Logística, realizada apenas para a espécie *C. mydas*, demonstrou uma relação significativa entre o CCC e a ingestão de resíduos antropogênicos (Estimate = -0,048; p = 0,03; Tabela 3), entre o CCC e os ferimentos provocados por objetos perfuro-cortantes (Estimate = 0,072; p = 0,01; Tabela 3) e entre o CCC e as interações com tubarões (Estimate = 0,046; p = 0,001; Tabela 3). Para o restante das observações de possíveis causas de encalhe (emaranhamento em linhas e redes, colisões com embarcações, contato com óleo e tumores sugestivos de FP), a regressão não demonstrou relação significativa (Tabela 3).

Com relação à sexagem, em 17 (13,7%) das carcaças não foi possível determinar o sexo em função do avançado estágio de decomposição. Dos 107 indivíduos que tiveram o sexo determinado, 76 (71%) eram fêmeas e 31 (29%) eram machos. Foi encontrada uma diferença significativa na ocorrência de machos e fêmeas para *C. mydas* ($\chi^2_{\text{YATES}} = 8,8$; p = 0,003), sendo que dos 91 indivíduos que tiveram o sexo determinado, 66 (72,5%) eram fêmeas e 25 (27,5%) eram machos. Para *E. imbricata*, não foi observada uma diferença significativa na ocorrência de machos e fêmeas ($\chi^2_{\text{YATES}} = 0,03$; p = 0,8), sendo que dos 13 indivíduos que tiveram o sexo determinado, oito (61,6%) eram fêmeas e cinco (38,4%) eram machos.

Em relação à sazonalidade, o teste de Qui-quadrado demonstrou uma diferença significativa na ocorrência de encalhes entre as diferentes estações ($\chi^2_{\text{YATES}} = 12,3$; $P = 0,0004$), sendo que 27,4% ($n = 34$) dos animais encalharam na estação chuvosa (outono/inverno) e 72,6% ($n = 90$) encalharam na estação seca (primavera/verão). O teste de Rayleigh confirmou que a distribuição da ocorrência de encalhes não foi uniforme ($R = 38,9$; $p < 0,01$), apontando uma maior ocorrência de encalhes entre os meses de Outubro e Fevereiro (Figura 3). O teste de Mann-Whitney demonstrou que houve diferença significativa na ocorrência de indivíduos juvenis e adultos entre as estações seca e chuvosa para a espécie *C. mydas* ($Z = 2,4$; $p = 0,016$). O mesmo não foi observado para a espécie *E. imbricata* ($Z = 0,7$; $p = 0,43$).

Discussão

A maior ocorrência de encalhes da espécie *C. mydas* corrobora estudos anteriores realizados em outras partes do Brasil, como no Rio de Janeiro (Reis *et al.*, 2009), no Rio Grande do Sul (Bugoni *et al.*, 2001) e no Paraná (Guebert-Bartholo *et al.*, 2011). Em estudo anterior realizado na costa do litoral paraibano, Mascarenhas *et al.* (2005) também reportaram um número maior de encalhes de *C. mydas* em relação às outras espécies, sendo que de 69 encalhes registrados, 67 eram desta espécie. A predominância de *C. mydas* era esperada, visto que indivíduos desta espécie possuem ocorrências não reprodutivas em toda a costa do Brasil (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Almeida *et al.*, 2011). As principais áreas de alimentação de *C. mydas* no Nordeste Brasil são o Atol das Rocas no estado do Rio Grande do Norte e o arquipélago de Fernando de Noronha no estado de Pernambuco (Grossman *et al.*, 2007). Além disso, já foram observadas presenças pontuais de indivíduos desta espécie se alimentando, durante todo o ano, perto dos recifes de coral ao longo da costa da Paraíba

(Mascarenhas *et al.*, 2005). Diante disso, a principal hipótese sustentada para explicar a alta frequência de encalhes de *C. mydas* é a alta abundância e a ampla distribuição desta espécie ao longo da costa brasileira, incluindo a costa da área de estudo.

A espécie *E. imbricata* aparece em seguida com um número significativamente menor de encalhes comparados à *C. mydas*, e apesar das praias do litoral paraibano serem reconhecidas áreas de desova desta espécie (Mascarenhas *et al.*, 2003), apenas três indivíduos foram considerados sexualmente maduros e por isso estes encalhes não foram associados às fêmeas que desovam nessa região ou aos machos que estariam nos corredores de acasalamento. Provavelmente os encalhes de *E. imbricata*, assim como os dois encalhes de *L. olivacea* e o único encalhe de *C. caretta*, sejam provenientes das áreas de alimentação mais próximas do litoral paraibano. O Atol das Rocas e o Arquipélago de Fernando de Noronha, por exemplo, são reconhecidas áreas de alimentação de *E. imbricata* (Marcovaldi *et al.*, 2011) e, embora não haja registros para a costa do litoral da Paraíba, indivíduos juvenis e adultos das espécies *L. olivacea* e *C. caretta* são encontrados ao longo de praticamente toda a costa brasileira, (Castilhos *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2011).

Com relação ao estágio de vida, a maioria dos estudos semelhantes realizados no Brasil e no mundo também relata uma incidência maior de encalhes de juvenis, independente da espécie (Bugoni *et al.*, 2001; Peckham *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 2009; Casale *et al.*, 2010). O fato de não ter sido encontrada uma diferença significativa na ocorrência de encalhes de juvenis de adultos para a espécie *E. imbricata* provavelmente se deve ao número relativamente pequeno de encalhes desta espécie. Os juvenis das espécies *C. mydas*, *E. imbricata*, *L. olivacea* e *C. caretta* habitualmente migram de ambientes oceânicos para áreas neríticas onde completam seu desenvolvimento e onde há maior disponibilidade de alimento (Bolten, 2003; Milton e Lutz, 2003b). Em função

disso, alguns estudos sugerem que os juvenis são mais suscetíveis a algumas possíveis causas de encalhe, como por exemplo, a ingestão de detritos não orgânicos, (Balazs, 1985; Plotkin, 1989; Tomás *et al.*, 2002), a interação com determinados artefatos de pesca (Chaloupka *et al.*, 2008) e a predação por outros animais (Musick e Limpus, 1997). Além disso, os indivíduos juvenis parecem ser mais atingidos pela FP (Baptistotte *et al.*, 2001; Aguirre e Lutz, 2004; Chaloupka *et al.*, 2008). No entanto, a questão da maior incidência de encalhes de juvenis nesta área não pôde ser completamente elucidada. Existem relatos de observações de indivíduos de vários tamanhos, entre juvenis e adultos, de *C. mydas* se alimentando na costa do litoral paraibano (Mascarenhas *et al.*, 2005), porém faltam estudos que identifiquem estes indivíduos e estas supostas áreas de alimentação. Para responder de uma forma definitiva essa questão, são necessários estudos específicos envolvendo a caracterização do estágio de vida dos indivíduos destas populações aliados à continuidade do estudo de encalhes nesta área, o que poderá confirmar se realmente os juvenis são mais suscetíveis ou se a maior ocorrência de encalhes deste estágio de vida está relacionada com a quantidade de juvenis existentes em suas populações naturais. .

Quanto às evidências de interações com atividades antropogênicas, a falta de homogeneidade observada para *C. mydas* se deve a uma incidência significativamente maior de emaranhamento em linhas e redes. Apesar da dificuldade em se concluir que o motivo dos encalhes ou a causa de morte dos indivíduos estiveram diretamente ligados a este emaranhamento ou a atividades pesqueiras, a pesca é, reconhecidamente, uma das mais importantes fontes de mortalidade de tartarugas marinhas relacionada com atividades humanas no Brasil (Soto *et al.*, 2002; Kotas *et al.*, 2004; Marcovaldi *et al.*, 2006; Bugoni *et al.*, 2008; Sales *et al.*, 2008). Mascarenhas *et al.* (2005) relataram a pesca como a principal causa de mortalidade de *C. mydas* no Estado da Paraíba. Isso

poderia ser explicado pela caracterização da pesca no estado da Paraíba. Segundo o Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil (IBAMA, 2008), a pesca na Paraíba é principalmente artesanal e a frota está composta principalmente de embarcações movidas a vela e com propulsão a motor, que desenvolvem pescarias em águas rasas, próximas à costa e estuários, utilizando principalmente redes de emalhe, coleta manual e linhas. Um estudo realizado sobre pesca de lagosta no litoral da Paraíba reportou que 73% dos pescadores realizam suas atividades nos recifes e 24% entre os recifes e a praia, utilizando em, 49% dos casos, redes de espera do tipo caçoeira (Oliveira *et al.*, 2009). Apesar disso, relacionar a morte de tartarugas com atividades de pesca através da análise de encalhes não é uma tarefa fácil, visto que muitas vezes o animal morre “afogado” preso aos artefatos de pesca, como resultado de uma apnéia forçada, mas quando encalha, nem sempre apresenta evidências externas conclusivas (Caillouet *et al.*, 1996; Casale *et al.*, 2010). Epperly *et al.* (1996) classificaram os encalhes de tartarugas como estimadores pobres da mortalidade induzida pela pesca, pois apenas de 7-13% das tartarugas que morreram nas águas do Atlântico dos EUA, em função de atividades pesqueiras, encalharam nas praias.

A ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas vem sendo reportada há décadas, bem como seus efeitos físicos e químicos e, devido a estes efeitos, que podem ser sub-letais ou letais, esta interação é considerada como uma importante causa de encalhe (Bjorndal, 1997; Laist, 1997; McCauley e Bjorndal, 1999; Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar e Gračan, 2011). O teste de Regressão Logística demonstrou que há realmente uma tendência de indivíduos maiores ingerirem resíduos antropogênicos com menor frequência do que indivíduos menores, corroborando o que foi sugerido pelos estudos de Balazs, (1985); Plotkin e Amos, (1990) e Tomás *et al.*,

(2002). Além da ingestão de resíduos antropogênicos sólidos, em um único indivíduo foi possível observar uma contaminação extrema por óleo em todo o corpo, incluindo a cavidade oral e as cavidades nasais. Santos e Mariano (2007) relataram a intoxicação por óleo como causa de morte de um indivíduo da espécie *C. mydas* no litoral paraibano. Em contato com a pele, o óleo pode causar inflamações e destruição dos tecidos, e internamente, a ingestão do óleo pode causar mudanças na composição sanguínea, inflamações, inanição, pneumonia, hemorragia pulmonar, danos na superfície de absorção dos intestinos, degeneração de fígado, rins e glândulas adrenais (Milton *et al.*, 2003; TAMAR-IBAMA, 2006). O indivíduo observado neste estudo foi um caso isolado de contaminação visível por óleo e, considerando o tamanho da amostra analisada (n = 124) e também estudos anteriores para a mesma área de estudo, as tartarugas marinhas no litoral paraibano parecem ser pouco afetadas pelo contato direto com derramamentos ou manchas de óleo.

A colisão com embarcações é outra evidência de interação humana relacionada com encalhes e que, freqüentemente, ocasiona a morte de tartarugas marinhas. Casale *et al.* (2010) apontaram a colisão com embarcações como a segunda causa de morte das tartarugas marinhas no Mediterrâneo e Boulon (2000) como a principal causa nas Ilhas Virgens. Com relação às evidências de lesões intencionais causadas por objetos pérfuro-cortantes, dois motivos principais são sustentados para justificar essas atividades: a utilização da carne de tartaruga para alimentação ou a utilização das placas de queratina da carapaça e a proteção do artefato de pesca quando animais, principalmente de grande porte, ficam presos e se debatem rasgando as redes. Isso é corroborado pela regressão logística, que demonstrou que indivíduos maiores estão mais suscetíveis a estes tipos de ferimentos. A utilização da carne para consumo e do casco para confecção e venda de artigos foi relatada em algumas cidades brasileiras

(Marcovaldi e Marcovaldi, 1999). No Mediterrâneo, Casale (2008) também associou a matança intencional de tartarugas ao consumo de sua carne. Kopsida *et al.* (2000) observaram que 23% dos encalhes da costa grega foram causados por captura intencional de pescadores para retirada da carne.

Além das evidências de interações com atividades antropogênicas, outras possíveis causas de encalhe foram observadas. A ocorrência de tumores em *C. mydas* já era esperada, visto que a doença de FP reconhecidamente atinge com maior frequência esta espécie (Aguirre, 1998; Work *et al.*, 2004; Foley *et al.*, 2005; Chaloupka *et al.*, 2008). Mascarenhas e Iverson (2008) reportaram tumores sugestivos de FP em 26% dos encalhes observados no mesmo trecho de estudo do litoral paraibano. Comparado ao estudo anterior, os resultados do presente estudo demonstram um pequeno acréscimo na incidência destes tumores e, além disso, em três animais foi possível observar tanto a presença de tumores externos como internos, principalmente nos pulmões e intestino. Chaloupka *et al.* (2008) associaram a FP como a principal causa de morte de tartarugas marinhas no arquipélago Havaiano. A maior ocorrência de tumores em indivíduos com CCC entre 30 e 80 cm corrobora estudos anteriores que relatam os juvenis como sendo os indivíduos mais atingidos pela FP (Baptistotte *et al.*, 2001; Aguirre e Lutz, 2004; Chaloupka *et al.*, 2008). Foley *et al.* (2005) sugeriram que a ausência da FP nas classes de menor tamanho (até 30cm) poderia ser explicada pela ausência de tempo suficiente para o aparecimento da doença e, mais tarde, quando estes indivíduos começam a migrar para as áreas costeiras, ocorre uma exposição destes a uma maior concentração de poluentes (um dos possíveis co-fatores associados à ocorrência da doença), o que poderia contribuir para desencadear a doença. A queda acentuada da prevalência em animais com comprimento de carapaça igual ou superior a 80 cm poderia ser explicada

pela regressão dos tumores com a idade ou pelo resultado da mortalidade de indivíduos com FP antes de terem atingido um tamanho maior (Foley *et al.*, 2005).

Com relação à interação de tartarugas com tubarões, Heithaus *et al.* (2002) sugeriram que indivíduos adultos estão mais propensos a sofrer injúrias por ataques de tubarões. O teste de regressão logística também demonstrou que indivíduos maiores estão mais propensos a ataques de tubarões. Porém, uma hipótese alternativa, sugerida por Chaloupka *et al.* (2008), seria de que restos de tartarugas maiores estariam mais propensos a encalhar na praia do que restos de tartarugas menores, embora estes também tenham relatado em seu estudo que os animais encalhados com injúrias provocadas por tubarões eram maiores do que os que encalharam por outras razões.

Com relação ao sexo, a maior incidência de fêmeas já havia sido relatada em estudo anterior (Mascarenhas *et al.*, 2005). Grossman *et al.* (2007), em estudo realizado com capturas de *C. mydas* no Atol das Rocas, também registraram uma maior frequência de fêmeas. Provavelmente, o maior número de fêmeas encalhadas se deve ao fato de fêmeas serem mais frequentes nas populações naturais. Além disso, não foram encontrados estudos que relatem que as fêmeas sejam mais suscetíveis às ameaças do que os machos quando no ambiente marinho.

Os encalhes apresentaram uma diferença significativa na ocorrência em relação aos períodos seco e chuvoso, com uma frequência de ocorrência maior para os meses de primavera e verão. Mascarenhas *et al.* (2005) também observaram um aumento dos encalhes nos meses de primavera e, principalmente, verão, para a mesma área de estudo. Nos meses de primavera e verão algumas atividades pesqueiras são mais intensas na costa da Paraíba, como, por exemplo, a pesca com rede de espera (IBAMA, 2008). Além disso, é no período do verão que se observa um maior número de usuários da praia e de embarcações (Mascarenhas *et al.*, 2008). O aumento dos encalhes para o

mesmo período pode estar relacionado com o aumento destas atividades antrópicas. É também nos meses de primavera e verão que se observa um maior acúmulo de lixo na areia das praias do litoral paraibano, principalmente trazidos pela maré (Mascarenhas *et al.*, 2008), o que poderia sugerir uma mudança nas correntes marinhas entre os diferentes períodos do ano, direcionando os encalhes para locais diferentes. A grande diferença observada na ocorrência de encalhes de juvenis e adultos de *C. mydas* entre os diferentes períodos do ano, provavelmente, deve-se ao fato da amostra analisada ser constituída, quase que em sua totalidade, por indivíduos juvenis.

Com este estudo foi possível concluir que, apesar dos esforços conservacionistas e da atual legislação brasileira que penaliza as práticas lesivas às espécies ameaçadas de extinção, a atividade antrópica ainda é a principal ameaça para a sobrevivência das tartarugas marinhas. Medidas urgentes são necessárias para diminuir o impacto humano sobre estas espécies. Dentre elas sugere-se uma ampliação nas atividades de educação ambiental, principalmente com os profissionais ligados às atividades pesqueiras, com o objetivo de conscientizar sobre a vulnerabilidade das espécies de tartarugas marinhas e a importância de utilizar os materiais adequados e evitar assim a captura destes indivíduos. Uma maior fiscalização dos órgãos ambientais competentes e a colaboração da comunidade em geral também são importantes medidas para ajudar a reduzir o impacto provocado pelas práticas ilegais. Além disso, a ampliação dos estudos de encalhes é essencial para dimensionar esses impactos. Apesar de existirem inúmeros estudos sobre encalhes de todas as espécies de tartarugas marinhas, a continuidade deste acompanhamento se faz necessária em toda a costa do Brasil e do mundo. Os resultados obtidos através da análise de encalhes geram dados para ações locais e direcionadas aos principais problemas observados, produzindo assim um esforço global para conservação das espécies.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a toda a equipe de voluntários do Projeto Tartarugas Urbanas (Associação Guajiru) pela ajuda no trabalho de campo, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, e ao Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba por dar suporte a este estudo.

Referências

- Aguirre, A.A., 1998. Fibropapilomas en Tortugas Marinas: un Taller del XVIII Simpósio anual sobre la biología y la conservación de las tortugas marinas. Noticiero de Tortugas Marinas 82, pp. 10-12.
- Aguirre, A.A., Lutz, P. L., 2004. Marine turtles as sentinels of ecosystem health: is fibropapillomatosis an indicator? EcoHealth 1, pp. 275-283.
- Almeida, A.P., Santos, A.J.B., Thomé, J.C.A., Belini, C., Baptistotte, C., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Lopes, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.
- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D.L., Santos, A.A.S., 2007. BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas, versão 5.0. Sociedade Civil Mamirauá/MCT/Imprensa Oficial do Estado do Pará, Brasil.
- Balazs, G., 1985. Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion. In: Shomura, R.S., Yoshida, H.O. (Eds.), Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris, 26–29 November 1984. US Dep. of Comm.,

- NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC- 54, Honolulu, Hawaii, pp. 387-429.
- Baptistotte, C., Scalfoni, T.J., Gallo, B.M.G., Santos, A.S., Castilhos, J.C. Lima, E.H.S.M., Bellini, C., Barata, P.C.R., 2005. Prevalence of sea turtles fibropapillomatosis in Brazil. In: Proceedings of the twenty-first annual symposium on sea turtle biology and conservation. Philadelphia: U.S. Department of Commerce, NOAA-TM-NMFS-SWFSC-528, pp. 101.
- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Lagueux, C.J., 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin* 28, pp. 154-158.
- Bjorndal, K.A., 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 199-231.
- Bjorndal, K.A., 1999. Priorities for research in foraging habitats. In Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M. (Eds.) *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication 4, pp. 12–14.
- Bolten, A.B., 2003. Variation in Sea Turtle Life History Patterns: Neritic vs. Oceanic Developmental Stages. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtle*, Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 243-258.
- Boulon R.H.J., 2000. Trends in sea turtle strandings, U.S. Virgin Islands: 1982 to 1997. *Proceedings of the Eighteenth International Sea Turtle Symposium*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-436, pp. 261–263.
- Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V., 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 42, pp. 1330-1334.

- Bugoni L., Neves T.S., Leite Jr., N.O., Carvalho D., Sales G., Furness R.W., Stein C.E., Peppes F.V., Giffoni B.B., Monteiro D.S., 2008. Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil. *Fisheries Research* 90, pp. 217–224.
- Buitrago, J., Guada, H.J., 2002. La tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en Venezuela. *Interciencia* 27 (8), pp. 392 - 399.
- Caillouet, C.W., Shaver, D.J., Teas, W.G., Nance, J.M., Revera, D.B., Cannon, A.C., 1996. Relationship between sea turtle stranding rates and shrimp fishing intensities in the northwestern Gulf of Mexico: 1986–1989 versus 1990–1993. *Fishery Bulletin* 94, pp. 237–249.
- Campbell, L.M., 2003. Contemporary Culture, Use, and Conservation of Sea Turtles. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtle*, Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 307-338.
- Casale P., 2008. Incidental Catch of Marine Turtles in the Mediterranean Sea: Captures, Mortality, Priorities. WWF. Italy: Rome.
- Casale P., Affronte, M., Insacco, G., Freggi, D., Vallini, C., D’astore, P.P., Basso, R., Paolillo, G., Abbate, G., Argano, R., 2010. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20, pp. 611–620.
- Castilhos, J.C., Coelho, C.A., Argolo, J.F., Santos, E.A.P., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Lopez, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1.

- Chaloupka, M., Work, T.M., Balazs, G.H., Murakawa, S.K.K., Morris, R., 2008. Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982–2003). *Marine Biology* 154, pp. 887–898.
- Epperly, S.P., Braun, J., Chester, A.J., Cross, F.A., Merriner, J.V., Tester, P.A., Churchill, J.H., 1996. Beach strandings as an indicator of at-sea mortality of sea turtles. *Bulletin of Marine Science* 59, pp. 289–297.
- Foley, A., Schroeder, A., Redlow, A., Fick-Child, K., Teas, W., 2005. Fibropapillomatosis in stranded green turtles (*Chelonia mydas*) from the eastern United States (1980–98): trends and associations with environmental factors. *Journal of Wildlife Diseases* 41, pp. 29–41.
- Fox, J., 2005. The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software* 14(9), pp. 1-42.
- George, R.H., 1997. Health problems & diseases of sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 363-387.
- Grossman, A., Mendonça, P., Costa, M.R., Bellini, C., 2007. Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserve, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 118, pp. 12-13.
- Guebert-Bartholo, F.M., Barletta, M., Costa, M.F., Monteiro-Filho, E.L.A., 2011. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. *Endangered Species Research* 13, pp. 131-143.
- Heithaus, M.R., Frid, A., Dill, L.M., 2002. Shark-inflicted injury frequencies, escape ability, and habitat use of green and loggerhead turtles. *Marine Biology* 140, pp. 229–236.

- Herbst, L.H., 1994. Fibropapillomatosis of marine turtles. *Annual Review of Fish Diseases* 4, pp. 389–425.
- Herbst, L.H., Klein P.A., 1995. Green turtle fibropapillomatosis: challenges to assessing the role of environmental cofactors. *Environmental Health Perspectives* 103 (4), pp. 27–30.
- Herbst, L.H., Jacobson, E.R., 2003. Practical approaches for studying sea turtle health and disease. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtle*, Volume II. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 385–410.
- Herbst, L.H., Lemaire, S., Ene, A.R., Heslin, D.J., Ehrhart, L.M., Bagley, D.A., Klein, P.A., Lenz, J., 2008. Use of baculovirus-expressed glycoprotein H in an enzyme-linked immunosorbent assay developed to assess exposure to chelonid fibropapillomatosis-associated herpesvirus and its relationship to the prevalence of fibropapillomatosis in sea turtles. *Clinical and Vaccine Immunology* 15, pp. 843-851.
- Hirth, H.F., 1993. Marine turtles. In: Wright, A., Hill, L. (Eds.), *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. Inst. Pacific Studies (Fiji), Forum Fisheries Agency (Honiara), International Centre for Ocean Development (Canada), pp. 329-370.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2008. *Monitoramento da Atividade Pesqueira no Litoral Nordeste-Projeto Estatpesca*.
- IUCN - The IUCN Red List of Threatened Species. <http://www.iucnredlist.org>. Download em 15 de Maio de 2011.

- Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F., 2007. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin* 54, 1087-1104.
- Kang, K.I., Torres-Velez, F.J., Zhang, J., Moore, P.A., Moore, D.P., Riverax, S., Brown, C.C., 2008. Localization of fibropapilloma-associated turtle herpesvirus in Green Turtles (*Chelonia mydas*) by in-situ hybridization. *Journal of Comparative Pathology* 139, pp. 218-225.
- Kopsida, H., Margaritoulis, D., Dimopoulos, D., 2000. What marine turtle strandings can tell us. In: *Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFSSEFSC-477; pp. 207–209.
- Kotas, J.E., Santos, S., Azevedo, V.G., Gallo, B.M.G., Barata, P.C.R., 2004. Incidental capture of Loggerhead (*Caretta caretta*) and Leatherback (*Dermochelys coriacea*) sea turtles by the pelagic longline fishery off southern Brazil. *Fishery Bulletin* 102, pp. 393–399.
- Laist, D.W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, in: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. Springer-Verlag, New York, pp. 99–139.
- Lazar, B., Gračan, R., 2011. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 62, pp. 43-47.
- Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B.E., Lutz, P.L., 1997. Human impacts on sea turtle survival. In: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 387–409.

- Marcovaldi, M.A., Marcovaldi, G.G., 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation* 91, pp. 35-41.
- Marcovaldi, M.A., Thomé, J.C. Sales, G., Coelho, A.C., Gallo, B., Bellini, C., 2002. Brazilian plan for reduction of incidental sea turtle capture in fisheries. *Marine Turtle Newsletter* 96, pp. 24–25.
- Marcovaldi, M.A., Sales, G., Thomé, J.C.A., Silva, A.C.C.D., Gallo, B.M., Lima, E.H.S.M., Lima, E.P., Bellini, C., 2006. Sea turtles and fishery interactions in Brazil: identifying and mitigating potential conflicts. *Marine Turtle Newsletter*, 112, pp. 4-8.
- Marcovaldi, M.A., Lopez, G.G., Soares, L.S., Belini, C., Santos, A.S., Lopez, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1.
- Márquez, M.R., 1990. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. In: Fischer W. and Scialabba N. (Eds) *FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis*, no. 125, vol. 11, pp. 81.
- Martins, M., Molina, F. B., 2008. Répteis: Panorama Geral dos Répteis Ameaçados do Brasil. In: Machado, A.B.M., Drummond, G.M., Paglia, A.P. (Eds), *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*, pp. 1420.
- Mascarenhas, R., Zeppelini, D., Moreira, V.S., 2003. Observations on sea turtles in the State of Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 101, pp. 16-18.
- Mascarenhas, R., Santos, R., Zeppelini, D., 2004. Plastic debris ingestion by sea turtle in Paraíba, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 49, pp. 354-355.
- Mascarenhas, R., Santos, R., Zeppelini, D., 2005. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 107, pp. 13-14.

- Mascarenhas, R., Iverson, P.J., 2008. Fibropapillomatosis in Stranded Green Turtles (*Chelonia mydas*) in Paraíba State, Northeastern Brazil: Evidence of a Brazilian Epizootic? Marine Turtle Newsletter 120, pp. 3-6.
- Mascarenhas, R., Batista, C.P., Moura, I.F., Caldas, A.R., Costa Neto, J.M., Vasconcelos, M.Q., Rosa, S.S., Barros, T.V.S., 2008. Lixo marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil). Revista da Gestão Costeira Integrada 8(2), pp. 221-231.
- McCauley, S.J., Bjorndal, K.A., 1999. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: Sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. Conservation Biology 13, pp. 925-929.
- Milton, S., Lutz, P., 2003a. Physiological and Genetic Responses to Environmental Stress. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), The biology of sea turtle, Volume II. CRC Marine Sciences Series, CRC Press, pp. 163-198.
- Milton, S., Lutz, P., 2003b. Sea Turtle Taxonomy and Distribution. In: Shigenaka, G. (Ed.), Oil and Sea Turtles Biology, Planning, and Response. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA's National Ocean Service, pp. 9-19.
- Milton, S., Lutz, P., Shigenaka, G., 2003. Oil Toxicity and Impacts on Sea Turtles. In: Shigenaka, G. (Ed.), Oil and Sea Turtles Biology, Planning, and Response. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA's National Ocean Service, pp. 27-34.
- Musick, J.A., Limpus C.J., 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz P.L., Musick, J.A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles. CRC Marine Science Series, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, pp. 137-163.

- Oliveira, P.A., Vendel, A.L., Crispim, M.C.B., 2009. Caracterização Socioeconômica e Registro da Percepção dos Pescadores de Lagosta das Praias do Seixas e Penha, João Pessoa, PB. Boletim do Instituto de Pesca 35(4), pp. 637 – 646.
- Peckham, S.H., Maldonado-Diaz, D., Koch, V., Mancini, A., Gaos, A., Tinker, M.T., Nichols, W.J., 2008. High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, Mexico, 2003 to 2007. *Endangered Species Research* 5, pp. 171–183.
- Peres, M.B., Magris, R.A., Ribeiro, K.T., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Apresentação. *Biodiversidade Brasileira* 1.
- Plotkin, P., 2003. Adult Migrations and Habitat Use. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. e Wyneken, J. (Eds.), *The biology of sea turtle, Volume II*. CRC Marine Sciences Series, CRC Press, 225-242.
- Plotkin, P., Amos, A., 1990. Effects of anthropogenic debris on sea turtles in the northwestern Gulf of Mexico, in: Shomura, R.S., Yoshida, H.O. (Eds.), *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris*, Honolulu, Hawaii, pp. 736-743.
- Pritchard, P.C.H., Mortimer J.A., 1999. Taxonomy, external morphology and species identification. In Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M. (Eds.) *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, no. 4, pp. 21–38.
- Reis, E.C., Silveira, V.V., Siciliano, S., 2009. Records of stranded sea turtles on the coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Biodiversity Records* 2, pp. 1-4.

- Sales, G., Giffoni, B.B., Barata, P.C.R., 2008. Incidental catch of sea turtles by the Brazilian pelagic longline fishery. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88(4), pp. 853–864.
- Santos, A.J.B., Freire, E.M.X., Bellini, C., Corso, G., 2010. Body mass and the energy budget of gravid hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) during the nesting season. *Journal of Herpetology* 44, pp. 352–359.
- Santos, A.S., Soares, L.S., Marcovaldi, M.A., Monteiro, D.S., Giffoni, B., Almeida, A.P., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1.
- Santos, R.G., Mariano, E.F., 2007. Tarballs and Early Life Stages of Sea Turtles in Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 115, pp. 13-14.
- Soto, J.M.R., Serafini, T.Z., Celini, A.A.O., 2003. Beach strandings of sea turtles in the state of Rio Grande do Sul: an indicator of gillnet interaction along the southern Brazilian coast. In Seminoff J.A. (ed.) *Proceedings of the 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503, pp. 276.
- Stacy, B. A., Wellehan, J.F.X., Foley, A.M., Coberley, S.S., Herbst, L.H., Manire, C.A., Garner, M.M., Brookins, M.D., Childress, A.L., Jacobson, E.R., 2008. Two herpesviruses associated with disease in wild Atlantic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *Veterinary Microbiology* 126, pp. 63-73.
- TAMAR-IBAMA, 2006. Informação Técnica Nº 01/2006. Áreas de Exclusão Temporária para atividades de E&P de petróleo e gás e Guia de Licenciamento Ambiental da 8ª Rodada da ANP.

- Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., Raga, J.A., 2002. Marine debris ingestion in Loggerhead sea turtles, *Caretta caretta* from the Western Mediterranean. Marine Pollution Bulletin 44, pp. 211-216.
- Tourinho, P.S., Ivar do Sul, J.A, Fillmann G., 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? Marine Pollution Bulletin 60, pp. 396-401.
- Work, T.M., Balazs, G.H., Rameyer, R.A., Morris, R.A., 2004. Retrospective pathology survey of green turtles *Chelonia mydas* with fibropapillomatosis in the Hawaiian islands, 1993-2003. Diseases of Aquatic Organisms 62, pp. 163-176.
- Work, T.M., Dagenais, J., Balazs, G.H., Schumacher, J., Lewis, T.D., Leong, J.C., Casey, R.N., Casey, J.W., 2009. In vitro biology of fibropapilloma-associated turtle herpesvirus and host cells in Hawaiian green turtles (*Chelonia mydas*). Journal of General Virology 90, pp. 1943–1950.
- Wyneken J., 2001. The anatomy of sea turtles. National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of Commerce. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, pp. 172.
- Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

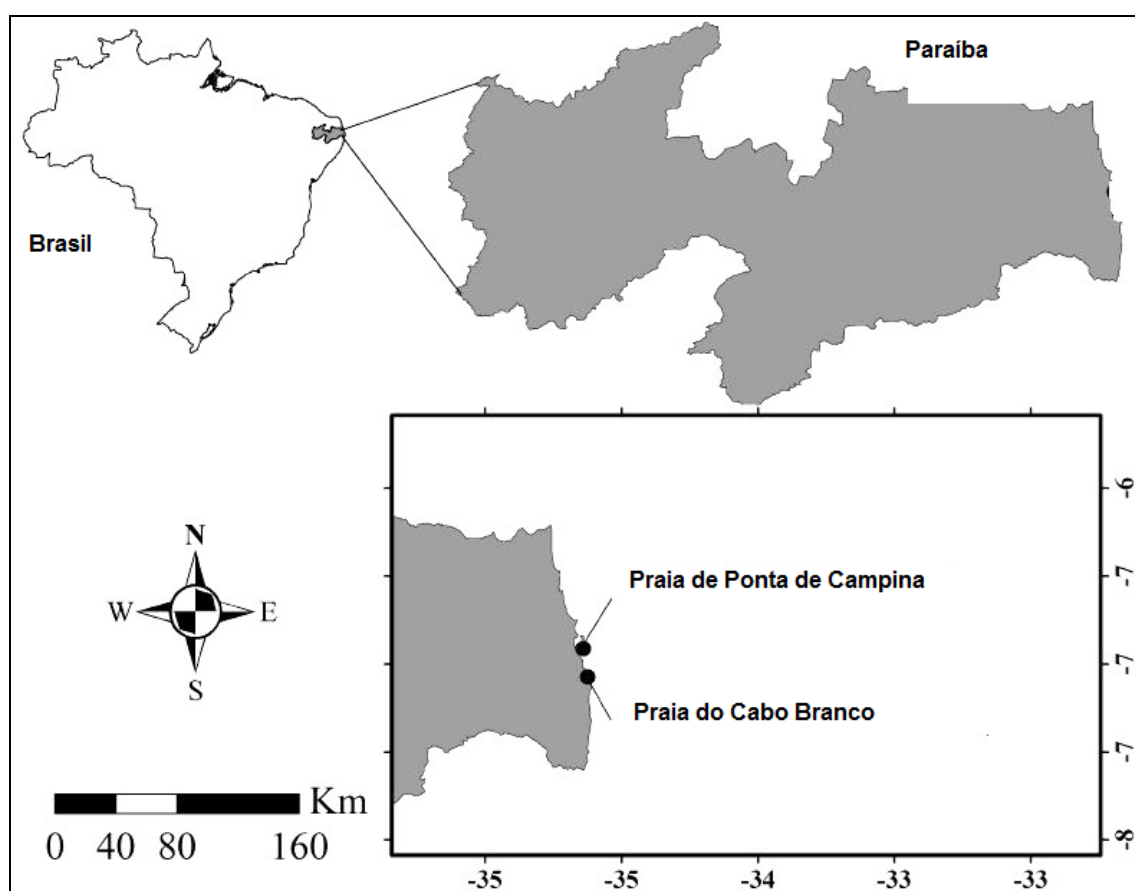


Figura 1 – Mapa do Brasil mostrando a área de estudo localizada no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.

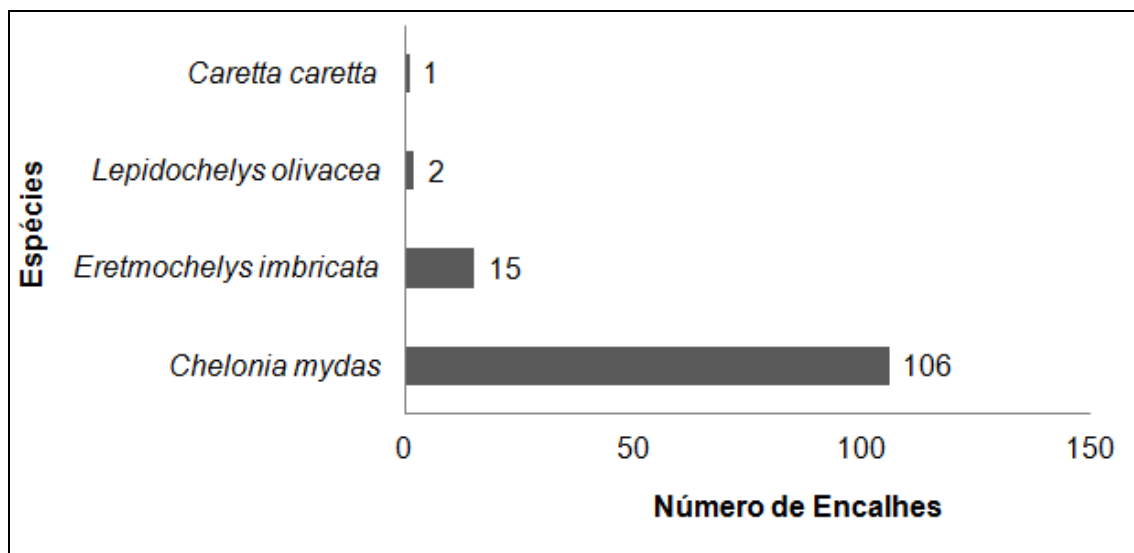


Figura 2 - Número de indivíduos encalhados e espécies observadas.

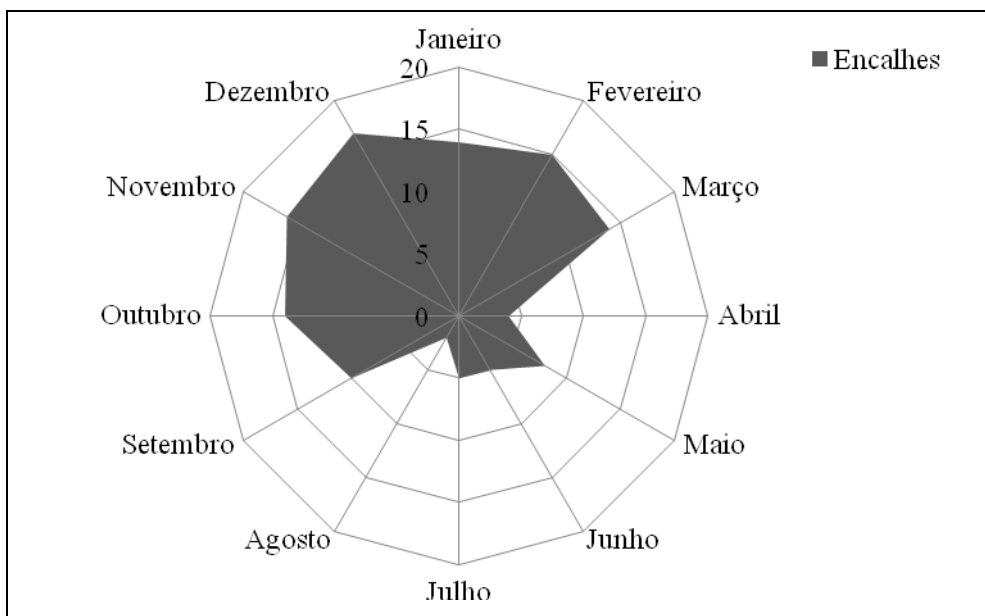


Figura 3 - Distribuição dos encalhes nos diferentes meses.

Tabela 1 – Variáveis morfológicas (média e desvio padrão) das espécies de tartarugas coletadas através de encalhes na costa da Paraíba. Os máximos e mínimos encontram-se entre parênteses.

Espécie	CCC (cm)	LCC (cm)
<i>C. mydas</i> (n = 104)	56,6 ± 21,5 (24,0 - 123,5)	52,2 ± 20,3 (22,2 - 111,7)
<i>E. imbricata</i> (n = 15)	48,8 ± 21,6 (30,9 – 91,2)	43,3 ± 19,9 (26,0 – 84,7)
<i>L. olivacea</i> (n = 2)	61,6 ± 2,3 (60,0 - 63,3)	66,0 ± 2,2 (64,4 - 67,6)
<i>C. caretta</i> (n = 1)	93,5	86

Tabela 2 – Evidências de interações antropogênicas. Cm = *C. mydas*; Ei = *E. imbricata*; Lo = *L. olivacea* e Cc = *C. caretta*.

N Total	Tipo de Interação	N Observado e	
		Espécies	FO%
98	Ingestão de resíduos antropogênicos	20	20,4%
		Cm = 13; Ei = 5;	
		Lo = 2	
104	Emaranhamento em linhas e redes	35	33,6%
		Cm = 28; Ei = 4;	
		Lo = 2; Cc = 1	
104	Colisões com embarcações	4	3,8%
		Cm = 3; Ei = 1	
104	Ferimentos provocados por objetos pérfuro-cortantes	4	3,8%
		Cm = 3; Ei = 1	
104	Contato com manchas de óleo	1	0,96%
		Cm = 1	

Tabela 3 – Resultados da Regressão Logística realizada entre o CCC e as possíveis causas de encalhe para *C. mydas*.

Possível causa de Encalhe	Estimate	Stand. Error	Z value	Pr(> z)
Ingestão de resíduos antropogênicos	-0.048	0.023	-2.076	0.03
Emaranhamento em linhas e redes	0.001	0.010	0.129	0.8
Colisões com embarcações	-0.017	0.033	-0.514	0.6
Ferimentos por objetos pérfuro-cortantes	0.072	0.030	2.364	0.01
Contato com óleo	-0.138	0.139	-0.994	0.3
Ataque de tubarões	0.046	0.014	3.107	0.001
Tumores sugestivos de FP	-0.007	0.010	-0.745	0.4

Encalhes de tartarugas marinhas revelando um alto índice de efeito letal pela ingestão de plástico

Resumo

Este estudo analisou o impacto da ingestão de plástico por tartarugas marinhas encontradas encalhadas na costa do Estado da Paraíba a partir de Agosto 2009 a Julho de 2010. Noventa e oito tratos digestórios foram analisados e itens plásticos foram encontrados em 20 destes (20,4%), dos quais 65% (n = 13) eram de tartarugas verdes (*Chelonia mydas*), 25% (n = 5) eram de tartarugas de pente (*Eretmochelys imbricata*) e 10% (n = 2) de tartarugas oliva (*Lepidochelys olivacea*). Um total de 361 itens plásticos foi encontrado, totalizando 114,9g de massa. A presença de plástico foi maior no intestino (60%), sendo que em 13 (65%) destes 20 indivíduos, observou-se o bloqueio total do trato gastrointestinal. Não foi encontrada correlação entre o Comprimento Curvilíneo da Carapaça (CCC) e o número ou massa dos itens plásticos ingeridos. Foi encontrada uma diferença significativa entre a ingestão de plástico rígido e maleável, sendo este último mais comum, ocorrendo em 95% das tartarugas com plástico no trato. Também foi encontrada uma diferença significativa entre a ingestão de plástico branco/transparente e colorido, com o primeiro sendo mais comum, ocorrendo em 95% das tartarugas necropsiadas com plástico no trato. Este estudo reflete o sério problema da poluição marinha por materiais sintéticos que trazem efeitos extremamente prejudiciais sobre a fauna marinha, incluindo animais ameaçados de extinção como as tartarugas marinhas.

Palavras-chave: *Chelonia mydas*; *Eretmochelys imbricata*; *Lepidochelys olivacea*; Encalhes; Detritos antropogênicos.

Introdução

Atualmente os resíduos plásticos e outros produtos derivados do petróleo são os principais poluentes ambientais reconhecidos mundialmente que, independentemente do método de amostragem, hábitat, escalas temporais ou espaciais, são responsáveis por 60% a 80% do lixo marinho em todo o mundo (Moore, 2001; Sheavly e Register, 2007; Ivar do Sul e Costa, 2007; Ryan *et al.*, 2009). O acúmulo de detritos sintéticos em ambientes marinhos e costeiros é o resultado da liberação intensiva e contínua desses materiais altamente persistentes (Tourinho *et al.*, 2010). Uma vez no ambiente, estes resíduos antropogênicos podem ter impacto significativo sobre a vida selvagem, por exemplo, por ingestão e emaranhamento (Tourinho *et al.*, 2010). Durante as últimas décadas, a ingestão de resíduos antropogênicos por aves marinhas, tartarugas marinhas, mamíferos marinhos, peixes e invertebrados tem sido amplamente reportada (Laist, 1997; Stamper *et al.*, 2006; Graham e Thompson, 2009; Lazar e Gračan, 2011; Ivar do Sul *et al.*, 2011; Denuncio *et al.*, 2011). De acordo com a Comissão dos Mamíferos Marinhos (2001), a ingestão de lixo marinho foi relatada em 23% dos mamíferos marinhos, 36% das aves, 86% das tartarugas marinhas e 97% dos peixes. As tartarugas marinhas estão sujeitas à ingestão de resíduos antropogênicos, que pode ocorrer intencionalmente quando estes são confundidos com alimentos naturais, ou acidentalmente quando resíduos são ingeridos juntamente com o alimento (Laist, 1987).

Os efeitos físicos e químicos causados pela ingestão de lixo marinho em tartarugas marinhas são amplamente descritos na literatura (Bjorndal, 1997; McCauley e Bjorndal, 1999; Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar e Gračan, 2011). Estes efeitos podem não ser letais quando os níveis de ingestão são baixos, mas podem causar efeitos colaterais, e estes aumentarem a probabilidade de morte (Hutchinson e Simmonds, 1992). Um exemplo destes efeitos colaterais é a diluição nutricional, que

ocorre quando itens não nutritivos substituem o alimento no trato gastrointestinal, afetando o ganho nutritivo e conseqüentemente o crescimento e a taxa de reprodução (McCauley e Bjorndal, 1999). Os efeitos subletais também estão relacionados com possíveis danos nas paredes do trato gastrointestinal, como necroses e ulcerações (Bjorndal, 1997), e com o aumento do tempo dos alimentos nos compartimento do trato, gerando um acúmulo de gases no intestino, podendo provocar uma perda do controle sobre a flutuabilidade (George, 1997). A presença de resíduo sólido no trato gastrointestinal pode ter um efeito letal direto quando acontece a obstrução do trato por estes resíduos impedindo a passagem do alimento (Bjorndal *et al.*, 1994; Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010; Guebert-Bartholo *et al.*, 2011).

A região Nordeste do Brasil é reconhecida como uma importante área de alimentação e de nidificação de pelo menos quatro espécies de tartarugas marinhas, sendo elas a tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga oliva (*Lepidochelys olivacea*), e tartaruga verde (*Chelonia mydas*) (Marcovaldi *et al.*, 1999; Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Sanches, 1999; Marcovaldi *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007). A tartaruga de pente desova principalmente na costa norte do Estado da Bahia e, em menor número, no estado de Sergipe e do Rio Grande do Norte (Marcovaldi *et al.*, 2007; Marcovaldi *et al.*, 2011). A desova de tartarugas olivas está concentrada no Estado de Sergipe e no trecho norte do Estado da Bahia (Silva *et al.*, 2007; Castilhos *et al.*, 2011). Outras espécies de tartarugas que desovam nos Estados de Sergipe e Bahia são cabeçudas e, em pequeno número, as tartarugas verdes (Marcovaldi e Marcovaldi, 1999; Santos *et al.*, 2011). As principais áreas de nidificação de tartarugas verdes no nordeste do Brasil são as ilhas oceânicas do Atol das Rocas, no Rio Grande do Norte e do arquipélago de Fernando de Noronha, em Pernambuco (Almeida *et al.*, 2011). Especificamente no estado da Paraíba, já foram observados

indivíduos de tartaruga verde se alimentando perto da costa (Mascarenhas *et al.*, 2005) e em algumas praias são registradas desovas da tartaruga de pente (Mascarenhas *et al.*, 2003).

No Brasil, alguns estudos reportam encalhes de tartarugas marinhas (Bugoni *et al.*, 2001, Mascarenhas *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 2009; Tourinho *et al.*, 2010), e a ingestão de resíduos antropogênicos (Bugoni *et al.*, 2001; Mascarenhas *et al.*, 2004; Tourinho *et al.*, 2010). No entanto, poucos estudos relacionam a ingestão de detritos marinhos não orgânicos com a morte destes indivíduos (Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010; Guebert-Bartholo *et al.*, 2011).

Diante da escassez de estudos sobre este tema no Brasil e, principalmente, no Nordeste Brasileiro, este trabalho tem como objetivo analisar o impacto da ingestão de resíduos plásticos em tartarugas marinhas no litoral do Estado da Paraíba, registrando os possíveis efeitos letais e/ou subletais nos encalhes encontrados, fornecendo assim subsídios para conservação das espécies.

Materiais e Métodos

O presente estudo foi realizado no litoral do estado da Paraíba, localizado na região nordeste do Brasil, nas praias urbanas dos municípios de João Pessoa (7°08'S e 34°48'W) e Cabedelo (7°01'S e 34°49'W), abrangendo 15 km de extensão (Figura 1). Foi realizado um monitoramento diário de parte da área, entre as praias do Bessa (7°05'S e 34°49'W) e Ponta de Campina (7°01'S e 34°49'W). Para o restante da área, os encalhes foram notificados através de parcerias com os órgãos competentes locais e com a comunidade local que, no momento da observação de um encalhe, contatava os pesquisadores através de uma linha telefônica exclusiva, o “SOS Tartarugas”. Este estudo foi realizado em um período de 12 meses, de agosto de 2009 a julho de 2010.

Para cada animal encalhado obteve-se o Comprimento Curvilíneo da Carapaça (CCC) e a Largura Curvilínea da Carapaça (LCC) utilizando fita métrica maleável com precisão de 0,1cm (Wyneken, 2001). Os indivíduos foram classificados como juvenis ou adultos com base nestas medidas (ver Márquez 1990; Hirth, 1993; Grossman *et al.*, 2007 e Santos *et al.*, 2010 para valores de referência). As espécies foram identificadas com base em características morfológicas de acordo com padrões internacionais descritos em Pritchard e Mortimer (1999).

Os tratos gastrointestinais foram removidos desde o esôfago até a porção final do intestino, e cada parte foi analisada separadamente (esôfago, estômago e intestino, Wyneken, 2001). O conteúdo gastrointestinal foi lavado e, quando presentes, os resíduos plásticos foram distinguidos dos demais itens alimentares, sendo posteriormente quantificados, pesados e qualificados de acordo com sua estrutura e cor. Os itens foram separados nas categorias plástico maleável ou rígido e plástico colorido ou branco/transparente. Para os animais encalhados vivos, após a coleta de dados externos, estes foram encaminhados para reabilitação junto ao Projeto Tartarugas Urbanas. Animais que morreram durante a reabilitação foram submetidos ao mesmo procedimento de necropsia e remoção do trato gastrointestinal.

Para a análise estatística, as variáveis que não apresentaram distribuição normal, segundo o teste de D'Agostino-Pearson, foram normalizadas através da transformação logarítmica neperiana ($\ln$ _ Ayres *et al.*, 2007). Correlações de Pearson entre o CCC e a quantidade (em número e massa) dos itens ingeridos foram realizadas (Ayres *et al.*, 2007). Em relação à composição (tipos de itens e coloração) dos itens no trato gastrointestinal foi realizado um Teste *t* de Student para amostras independentes (Ayres *et al.*, 2007). Os dados utilizados para as análises estatísticas são apenas dos animais

com plástico no trato gastrointestinal. Para todas as análises estatísticas, os resultados foram considerados significativos a um nível alfa de 0,05 (Zar, 1999).

Resultados

De Agosto de 2009 a Julho de 2010 foram coletados tratos gastrointestinais de 98 tartarugas marinhas encalhadas na área de estudo. Destes, 20 (20,4%) apresentavam resíduos plásticos em seu conteúdo, sendo treze (65%) tartarugas verdes, cinco (25%) tartarugas de pente e duas (10%) tartarugas olivas. O CCC destes animais variou entre 29,1 e 85,6 cm ($\bar{X} = 44,15 \pm 15,5$) para tartarugas verdes; 29,6 e 89,3 cm ($\bar{X} = 44,68 \pm 25,09$) para tartarugas de pente; e 60 e 63,3 cm ($\bar{X} = 61,65 \pm 2,33$) para tartarugas olivas. Embora tenha sido observada uma grande variação no CCC, apenas um indivíduo pôde ser considerado adulto. Do total de encalhes observado com plástico no trato gastrointestinal, 10 (50%) indivíduos foram encontrados ainda vivos e morreram durante o período de reabilitação. Em 13 (65%) indivíduos, observou-se o bloqueio total do trato gastrointestinal causado pela ingestão do plástico, sendo nove (69,2%) em tartarugas verdes e quatro (30,8%) em tartarugas de pente.

A quantidade total de itens ingeridos foi de 361 itens. A quantidade de itens ingeridos por organismo variou entre um e 87, ($\bar{X} = 18,1 \pm 20,4$ itens, $n = 20$). A massa total dos itens amostrados nos tratos gastrointestinais foi de 114,9 g, variando entre 0,01 e 63,5 g/indivíduo, com média de $5,7 \pm 14,1$ g/indivíduo. Não foi encontrada correlação entre CCC e número de itens ($r = -0,15$; $P = 0,5$; Figura 2) e entre CCC e peso dos itens ($r = 0,0182$; $P = 0,9$; Figura 3). Dentre os 20 indivíduos analisados com plástico no trato gastrointestinal, 12 (60%) possuíam itens apenas no intestino, três (15%) possuíam itens apenas no estômago e em cinco (25%) indivíduos havia plástico no estômago e no intestino. Nenhum fragmento plástico foi encontrado no esôfago.

A maioria dos itens ingeridos pertenceu à categoria dos plásticos maleáveis, totalizando 310 itens (85,87%), com média de $15,5 \pm 19$ itens por tartaruga. A categoria plástico rígido totalizou 51 itens (14,12%), com média de $2,55 \pm 4,4$ itens por tartaruga. Foi verificada uma diferença significativa entre a ingestão de plásticos maleáveis e plásticos rígidos ($t = 4,6$; $P = 0,0001$; plásticos maleáveis – FO% = 95%, plásticos rígidos – FO% = 50%). Nas categorias cor, os plásticos brancos/transparentes foram os mais abundantes, totalizando 258 itens (71,4% e FO% = 95%), com média de $12,9 \pm 16$ itens por tartaruga. Os plásticos coloridos (preto, azul, verde, vermelho e amarelo) totalizaram 103 itens, ($\bar{X} = 5,1 \pm 7,6$ itens e FO% = 65%). Também foi encontrada uma diferença significativa na ingestão de plásticos por categorias de cor ($t = -2,9$; $P = 0,005$).

Discussão

Estudos sobre ingestão de resíduos sólidos por tartarugas marinhas geralmente reportam altas frequências de ocorrência. Neste estudo, 20,4% das tartarugas ingeriram resíduos, o que representa um número inferior comparado aos números reportados em estudos anteriores (ver Brown e Brown, 1982; Plotkin *et al.*, 1993; Bjorndal *et al.*, 1994; Bugoni *et al.*, 2001; Tomás *et al.*, 2002; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar e Gračan, 2011_ Tabela 1). No entanto, os resultados mais importantes obtidos no presente estudo referem-se aos efeitos letais e subletais observados nos encalhes encontrados. Ao contrário do relatado por Bjorndal *et al.* (1994), foi observado que todos os indivíduos encontrados vivos com plástico no trato gastrointestinal ($n = 10$), encontravam-se muito debilitados, demonstrando extrema magreza, indicando que não estavam se alimentando normalmente. A presença de plástico bloqueando o intestino, de modo a causar a morte do animal, pode parecer relativamente incomum (Mrosovsky *et al.*, 2009). No entanto,

no presente estudo, em 13 indivíduos foi possível concluir que causa da morte foi ingestão de plástico, visto que o plástico obstruía a passagem de alimento pelo intestino. Os dados apresentados em nosso estudo, relacionando a morte de tartarugas com o bloqueio do trato digestório causado pela ingestão de plástico, são significativamente maiores do que outros descritos anteriormente, inclusive para a mesma área de estudo (ver Bjorndal *et al.*, 1994; Bugoni *et al.*, 2001; Tomás *et al.*, 2002; Mascarenhas *et al.*, 2004; Mrosovsky *et al.*, 2009; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar e Gračan, 2011; Guebert-Bartholo *et al.*, 2011_ Tabela 2).

Uma importante revisão sobre ingestão de detritos pela biota realizada por Balazs (1985) reuniu 79 ocorrências de ingestão envolvendo cinco espécies de tartarugas marinhas: tartaruga verde, tartaruga cabeçuda, tartaruga de pente, tartaruga de couro e tartaruga de Kempí (*Lepidochelys kempí*). Em revisão realizada posteriormente (Laist, 1997), foi registrada a ingestão de resíduos pelas mesmas cinco espécies citadas anteriormente. O presente estudo mostra a tartaruga verde como a principal espécie a ingerir itens não orgânicos, ocorrendo em 65% dos encalhes observados e corroborando estudos anteriores realizados no Brasil (Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010; Guebert-Bartholo *et al.*, 2011). Este estudo sugere que a maior incidência de tartarugas verdes se deve ao fato destas se alimentarem na costa onde foi realizado o monitoramento, e por isso, em caso de morte ou debilidade, acabavam encalhando na área de estudo. A tartaruga de pente aparece em seguida com 25% dos encalhes observados com plástico no trato gastrointestinal. Não foram encontrados estudos específicos para ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas de pente, sendo esta apenas citada em algumas revisões que não incluem o litoral brasileiro (Balazs, 1985; Laist, 1997). No Brasil, estudos relatam esta ingestão para a tartaruga de couro, oliva e verde (Bugoni *et al.*, 2001; Mascarenhas *et al.*, 2004; Tourinho *et al.*, 2010; Reis *et al.*,

2010; Guebert-Bartholo *et al.*, 2011), sendo este, portanto, o primeiro registro de ingestão de plástico por tartaruga de pente na costa brasileira.

Com relação ao estágio de vida, baseado nas medidas, pôde-se observar que apenas um indivíduo encontrado com plástico no trato gastrointestinal era adulto. Balazs (1985) reportou que tartarugas imaturas tendem a ingerir detritos marinhos com maior frequência do que tartarugas maduras. Cerca de 80% dos indivíduos de tartarugas cabeçudas encalhadas no Mediterrâneo com resíduos antropogênicos no trato digestivo eram juvenis (Tomás, *et al.*, 2002). Em estudos anteriores no sul do Brasil, 60,5% e 100% das tartarugas verdes encalhadas com plástico no estômago e esôfago também eram juvenis. (Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010). Plotkin e Amos (1990) e Balazs (1985) encontraram evidências de diminuição da ingestão de plástico com a idade. Embora neste estudo não tenha sido encontrada nenhuma correlação entre CCC e quantidade de itens ingeridos e nem entre CCC e massa do plástico ingerido, como citado anteriormente, apenas um indivíduo pôde ser considerado adulto e, sendo assim, não foi possível amostrar se a ingestão de plástico realmente diminui em tartarugas maduras. Alguns estudos semelhantes também não encontraram correlação entre a idade (medidas da carapaça) e a ingestão de lixo marinho por tartarugas marinhas (Bjorndal *et al.*, 1994; Bugoni *et al.*, 2001; Tourinho *et al.*, 2010; Lazar e Gračan, 2011).

Corroborando nosso estudo, que enfatiza o plástico como um dos mais graves poluentes dentre os resíduos antropogênicos marinhos, estudos anteriores também encontraram o plástico como o principal item ingerido, não só para tartarugas marinhas como para outros grupos de vertebrados e invertebrados marinhos, o que sugere que o plástico é um tipo de resíduo extremamente comum no ambiente marinho (Tomás *et al.*, 2002; Stamper *et al.*, 2006; Browne *et al.*, 2008; Colabuono *et al.*, 2009; Lazar e Gračan, 2011). Denuncio *et al.* (2011) relataram que de 106 golfinhos-franciscana

(*Pontoporia blainvillei*) analisados em seu estudo, 28% possuíam resíduos plásticos no conteúdo estomacal. Jacobsen *et al.* (2010) também encontraram uma grande quantidade de resíduos plásticos em cachalotes (*Physeter macrocephalus*) encalhadas ao longo da costa Norte da Califórnia. Em um estudo realizado no Sul do Brasil, 14 espécies de aves marinhas, de um total de 35 analisadas, haviam ingerido resíduos plásticos (Tourinho *et al.*, 2010). O único estudo publicado realizado na costa da Paraíba também reportou o plástico como o principal item ingerido por tartarugas marinhas (Mascarenhas *et al.*, 2004).

A quantidade de itens plásticos ingeridos por indivíduo variou consideravelmente, bem como a massa dos itens ingeridos por indivíduo. As médias de ingestão encontradas neste estudo (18,1 itens/indivíduo; 5,7 g/indivíduo) superam aquelas encontradas por Bugoni *et al.* (2001) de 7,48 itens/indivíduo (0,53g/indivíduo) e por Lazar e Gračan (2011) de 4,3 itens/indivíduo (0,08 g/indivíduo), mas foi consideravelmente menor que aqueles reportados por Tourinho *et al.* (2010) de 47 itens/indivíduo (11 g/indivíduo). Apesar disso, foi possível observar que dentre os 13 indivíduos que apresentavam o intestino bloqueado, a quantidade de plástico variou entre sete e 87 itens (0,11 e 63,53 g), demonstrando que mesmo uma pequena quantidade de plástico pode ser suficiente para causar a morte de uma tartaruga. Bugoni *et al.* (2001) encontraram apenas de 1,4 a 3,2 g de resíduo antropogênico no trato digestório das quatro tartarugas que morreram em função do bloqueio do intestino. Do mesmo modo, Bjørndal *et al.* (1994) demonstraram que pequenas quantidades de detritos marinhos antropogênicos ingeridos podem matar uma tartaruga e que parte dos detritos pode passar através do intestino sem se alojar no mesmo, entretanto, durante a passagem os detritos podem ser orientados de tal forma a bloquear o intestino. Plotkin *et*

al. (1993) também mostraram que tartarugas marinhas ingerem detritos com alta frequência, porém em pequenas quantidades.

A maior parte dos estudos que relatam a ingestão de detritos antropogênicos está associada a estudos de dieta, sendo frequentemente amostrados apenas o esôfago e o estômago, o que pode subestimar a ingestão dos detritos. Caso tivesse sido analisado somente esôfago e estômago este estudo reduziria a ingestão de plástico de 20 para oito indivíduos. Bjorndal *et al.* (1994) também registraram uma redução significativa de indivíduos caso houvessem sido examinados somente esôfago e estômago, sugerindo que existe uma alta frequência de detritos no intestino em relação aos outros órgãos do trato digestório. Bugoni *et al.* (2001) sugeriram em seu estudo que a frequência de detritos antropogênicos marinhos no trato pode ter sido subestimada pela falta de verificação do intestino. Tomás *et al.* (2002) também observaram uma maior frequência de resíduos antropogênicos no intestino, principalmente em sua porção final.

Com relação às diferentes cores, foi encontrada uma diferença significativa na ingestão de plásticos de diferentes cores, sendo os itens transparentes/brancos mais frequentes em relação aos itens coloridos. Bugoni *et al.* (2001), em estudo realizado no litoral sul do Brasil, reportaram que os principais detritos ingeridos por tartarugas marinhas foram sacolas e cordas de plástico de cor branca ou transparente, com uma menor frequência de ingestão para sacolas coloridas. Lazar e Gračan (2011) também reportaram uma maior frequência de ingestão de plásticos brancos/transparentes. Carr (1987) e Gramentz (1988) encontraram uma situação similar e atribuíram isto ao fato de tartarugas confundirem estes detritos com águas-vivas, um item comum na dieta de tartarugas marinhas. Entretanto, em condições experimentais, foram oferecidos itens coloridos (azul, amarelo e rosa) e itens claros à tartarugas das espécies verde e cabeçuda, sendo que as tartarugas ingeriram itens de todas as cores, embora as cores

claras tiveram a menor aceitação (Lutz, 1990). A hipótese sugerida, é que frequência das cores ingeridas parece estar mais relacionada à disponibilidade destas cores no ambiente do que a uma possível seleção feita pelas tartarugas. Em relação à estrutura dos itens plásticos ingeridos, embora tenha sido observada uma diferença significativa na ingestão de plástico maleável e plástico rígido, não existem estudos que comprovem uma seletividade das tartarugas para qualquer um destes tipos de item. Tourinho *et al.* (2010) também reportaram uma maior frequência de ocorrência de plástico maleável no trato gastrointestinal das tartarugas analisadas em relação a outros itens, porém Mascarenhas *et al.* (2004) encontraram um número maior de plástico rígido. O mais provável é que, da mesma forma que as diferentes cores, o plástico maleável seja o mais comum no ambiente das tartarugas analisadas, resultando em uma maior ingestão.

No geral, foi observado que tartarugas marinhas no litoral da Paraíba ingerem detritos antropogênicos marinhos com uma frequência menor que em outros lugares, porém ingerem uma quantidade significativa que, frequentemente, vem causando a morte desses animais pela obstrução do trato digestório. Apesar da baixa frequência de consumo relatada no litoral paraibano, este número não pode ser ignorado porque ele representa uma ameaça antrópica real para as espécies de tartarugas marinhas, que há décadas vêm sofrendo as consequências deste problema. Além disso, observou-se que o plástico é uma dos poluentes marinhos que mais tem causado danos à fauna marinha. Medidas efetivas que minimizem os impactos da poluição, principalmente de materiais sintéticos, são necessárias para promover a conservação das ameaçadas tartarugas marinhas.

Uma medida importante é ampliar os trabalhos de educação ambiental, principalmente nas comunidades que vivem próximas da costa e com os profissionais que utilizam os recursos marinhos, com o objetivo de conscientizar sobre a importância

de dar o destino adequado ao lixo produzido. Mais estudos são necessários para observar se a alta porcentagem de morte associada à ingestão de plástico reportada neste estudo foi um caso isolado, ou se é um problema que, efetivamente, vem aumentando no Nordeste do Brasil e em outras partes do Brasil e do mundo. Além disso, são necessários estudos mais específicos e focados nas tartarugas de pente, visto se tratar de uma das espécies em maior risco de extinção. Também são necessários estudos que determinem os efeitos subletais da ingestão de plástico, como a absorção de toxinas pela parede do intestino e as consequências de tal absorção, visando maneiras de minimizar o problema e encontrar soluções.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a toda a equipe de voluntários do Projeto Tartarugas Urbanas (Associação Guajiru) pela ajuda no trabalho de campo, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, e ao Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba por dar suporte a este estudo.

Referências

Almeida, A.P., Santos, A.J.B., Thomé, J.C.A., Belini, C., Baptistotte, C., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Lopes, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.

- Ayres, M., Ayres Jr, M., Ayres, D.L., Santos, A.A.S., 2007. BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas, versão 5.0. Sociedade Civil Mamirauá/MCT/Imprensa Oficial do Estado do Pará, Brasil.
- Balazs, G., 1985. Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion, in: Shomura, R.S., Yoshida, H.O. (Eds.), Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris, 26–29 November 1984. US Dep. of Comm., NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC- 54, Honolulu, Hawaii, pp. 387-429.
- Bjorndal, K.A., 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles, in: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 199-231.
- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Lagueux, C.J., 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea-turtles in coastal Florida habitats. Marine Pollution Bulletin 28, 154-158.
- Brown, C.H., Brown, W.M., 1982. Status of sea turtles in the southeastern Pacific: emphasis on Peru, in: Bjorndal, K.A. (Ed.), Biology and Conservation of Sea Turtles. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 235-240.
- Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C., 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). Environmental Science & Technology 42, 5026–5031
- Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V., 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. Marine Pollution Bulletin 42, 1330-1334.
- Carr, A., 1987. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea-turtles. Marine Pollution Bulletin 18, 352-356.

- Castilhos, J.C., Coelho, C.A., Argolo, J.F., Santos, E.A.P., Marcovaldi, M.A., Santos, A.S., Lopez, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. Biodiversidade Brasileira 1.
- Colabuono, F.I., Barquete, V., Domingues, B.S., Montone, R.C., 2009. Plastic ingestion by Procellariiformes in Southern Brazil. Marine Pollution Bulletin 58, 93–96.
- Comissão de Mamíferos Marinhos (Marine Mammal Commission), 2001. Annual Report to Congress 2000.
- Denuncio, P., Bastida, R., Dassis, M., Giardino, G., Gerpe, M., Rodríguez, D., 2011. Plastic ingestion in Franciscana dolphins, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and d'Orbigny, 1844), from Argentina. Marine Pollution Bulletin In Press.
- George, R.H., 1997. Health problems & diseases of sea turtles, in: Lutz, P.L., Musick, J.A. (Eds.), The Biology of Sea Turtles. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 363-387.
- Graham, E.R., Thompson, J.T., 2009. Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 368, 22-29.
- Gramentz, D., 1988. Involvement of Loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the Central Mediterranean. Marine Pollution Bulletin 19, 11-13.
- Grossman, A., Mendonça, P., Costa, M.R., Bellini, C., 2007. Morphometrics of the green turtle at the Atol das Rocas Marine Biological Reserve, Brazil. Marine Turtle Newsletter 118, 12-13.

- Guebert-Bartholo, F.M., Barletta, M., Costa, M.F., Monteiro-Filho, E.L.A., 2011. Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. *Endangered Species Research* 13, pp. 131-143.
- Hirth, H.F., 1993. Marine turtles, in: Wright, A., Hill, L. (Eds.), *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. Inst. Pacific Studies (Fiji), Forum Fisheries Agency (Honiara), International Centre for Ocean Development (Canada), pp. 329-370.
- Hutchinson, J., Simmonds, M., 1992. Escalation of threats to marine turtles. *Oryx* 26, 95-102.
- Ivar do Sul, J.A., Costa, M.F., 2007. Marine debris review for Latin America and the Wider Caribbean Region: From the 1970s until now, and where do we go from here? *Marine Pollution Bulletin* 54, 1087-1104.
- Ivar do Sul, J.A., Santos, I.R., Friedrich, A.C., Matthiensen, A., Fillmann, G., 2011. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. *Estuaries and Coasts Online* First.
- Jacobsen, J.K., Massey, L., Gulland, F., 2010. Fatal ingestion of floating net debris by two sperm whales (*Physeter macrocephalus*). *Mar Pollut Bull* 60, 765-767.
- Laist, D.W., 1987. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine-environment. *Marine Pollution Bulletin* 18, 319-326.
- Laist, D.W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records, in: Coe, J.M., Rogers, D.B. (Eds.), *Marine Debris: Sources, Impacts and Solutions*. Springer-Verlag, New York, pp. 99-139.
- Lazar, B., Gračan, R., 2011. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 62, 43-47.

- Lutz, P.L., 1990. Studies on the ingestion of plastic and latex by sea turtles, in: Shomura, R.S., Yoshida, H.O. (Eds.), Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris, Honolulu, Hawaii, pp. 719-735.
- Marcovaldi, M.A., Marcovaldi, G.G., 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation* 91, 35-41.
- Marcovaldi, M.A., Vieitas, C.F., Godfrey, M.H., 1999. Nesting and conservation management of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Northern Bahia, Brazil. *Chelonian Conservation Biology* 3, 301-307.
- Marcovaldi, M.A., Lopez, G.G., Soares, L.S., Santos, A.J.B., Bellini, C., Barata, P.C.R., 2007. Fifteen Years of Hawksbill Sea Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Nesting in Northern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 6, 223-228.
- Marcovaldi, M.A., Lopez, G.G., Soares, L.S., Belini, C., Santos, A.S., Lopez, M., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1.
- Márquez M.R., 1990. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. In Fischer W. and Scialabba N. (eds) *FAO Species Catalogue. FAO Fisheries Synopsis*, no. 125, vol. 11, 81 pp.
- Mascarenhas, R., Zeppelini, D., Moreira, V.S., 2003. Observations on sea turtles in the State of Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 101, 16-18.
- Mascarenhas, R., Santos, R., Zeppelini, D., 2004. Plastic debris ingestion by sea turtle in Paraíba, Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 49, 354-355.
- Mascarenhas, R., Santos, R., Zeppelini, D., 2005. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba, Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 107, 13-14.

- McCauley, S.J., Bjorndal, K.A., 1999. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: Sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. *Conservation Biology* 13, 925-929.
- Moore, C.J., Moore, S.L., Leecaster, M.K., Weisberg, S.B., 2001. A comparison of plastic and plankton in the north Pacific central gyre. *Marine Pollution Bulletin* 42, 1297–1300.
- Mrosovsky, N., Ryan, G.D., James, M.C., 2009. Leatherback turtles: the menace of plastic. *Marine Pollution Bulletin* 58, 287-289.
- Plotkin, P., Amos, A., 1990. Effects of anthropogenic debris on sea turtles in the northwestern Gulf of Mexico, in: Shomura, R.S., Yoshida, H.O. (Eds.), *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris*, Honolulu, Hawaii, pp. 736-743.
- Plotkin, P.T., Wicksten, M.K., Amos, A.F., 1993. Feeding ecology of the Loggerhead sea-turtle *Caretta caretta* in the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Biology* 115, 1-5.
- Pritchard P.C.H., Mortimer J.A., 1999. Taxonomy, external morphology and species identification. In Eckert K.L. et al. (eds) *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, no. 4, 21–38.
- Reis, E.C., Silveira, V.V., Siciliano, S., 2009. Records of stranded sea turtles on the coast of Rio de Janeiro State, Brazil. *Marine Biodiversity Records* 2, 1-4.
- Reis, E.C., Pereira, C.S., Rodrigues, D.P., Secco, H.K.C., Lima, L.M., Rennó, B., Siciliano, S., 2010. Condição de saúde das tartarugas marinhas do litoral centro norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil: avaliação sobre a Presença de agentes

- bacterianos, fibropapilomatose e interação com resíduos antropogênicos. *Oecologia Australis* 14 (3), pp. 756-765.
- Ryan, P.G., Moore, C.J. van Franeker, J.A., Moloney C.L., 2009. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364, 1999–2012.
- Sanches, T.M., 1999. Tartarugas Marinhas. PROJETO TAMAR – IBAMA. 42pp.
- Santos, A.J.B., Freire, E.M.X., Bellini, C., Corso, G., 2010. Body mass and the energy budget of gravid hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) during the nesting season. *Journal of Herpetology* 44, 352–359.
- Santos, A.S., Soares, L.S., Marcovaldi, M.A., Monteiro, D.S., Giffoni, B., Almeida, A.P., 2011. Número Temático Avaliação do Estado de Conservação das Tartarugas Marinhas – Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* 1.
- Sheavly, S.B., Register, K.M., 2007. Marine debris & plastics: Environmental concerns, sources, impacts and solutions. *Journal of Polymers and the Environment* 15, 301–305.
- Silva, A.C.C.D., Castilhos, J.C., Lopez, G.G., Barata, P.C.R., 2007. Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87, 1047-1056.
- Stamper, M. A., Whitaker, B.R., Schofield, T.D., 2006. Case Study: Morbidity in a pygmy sperm whale *Kogia breviceps* due to ocean-bourne plastic. *Marine Mammal Science* 22, 719–722

- Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., Raga, J.A., 2002. Marine debris ingestion in Loggerhead sea turtles, *Caretta caretta* from the Western Mediterranean. Marine Pollution Bulletin 44, 211-216.
- Tourinho, P.S., Ivar do Sul, J.A, Fillmann G., 2010. Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? Marine Pollution Bulletin 60, 396-401.
- Wyneken J., 2001. The anatomy of sea turtles. National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of Commerce. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 172 pp.
- Zar, J.H., 1998. Biostatistical Analysis, 4th ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

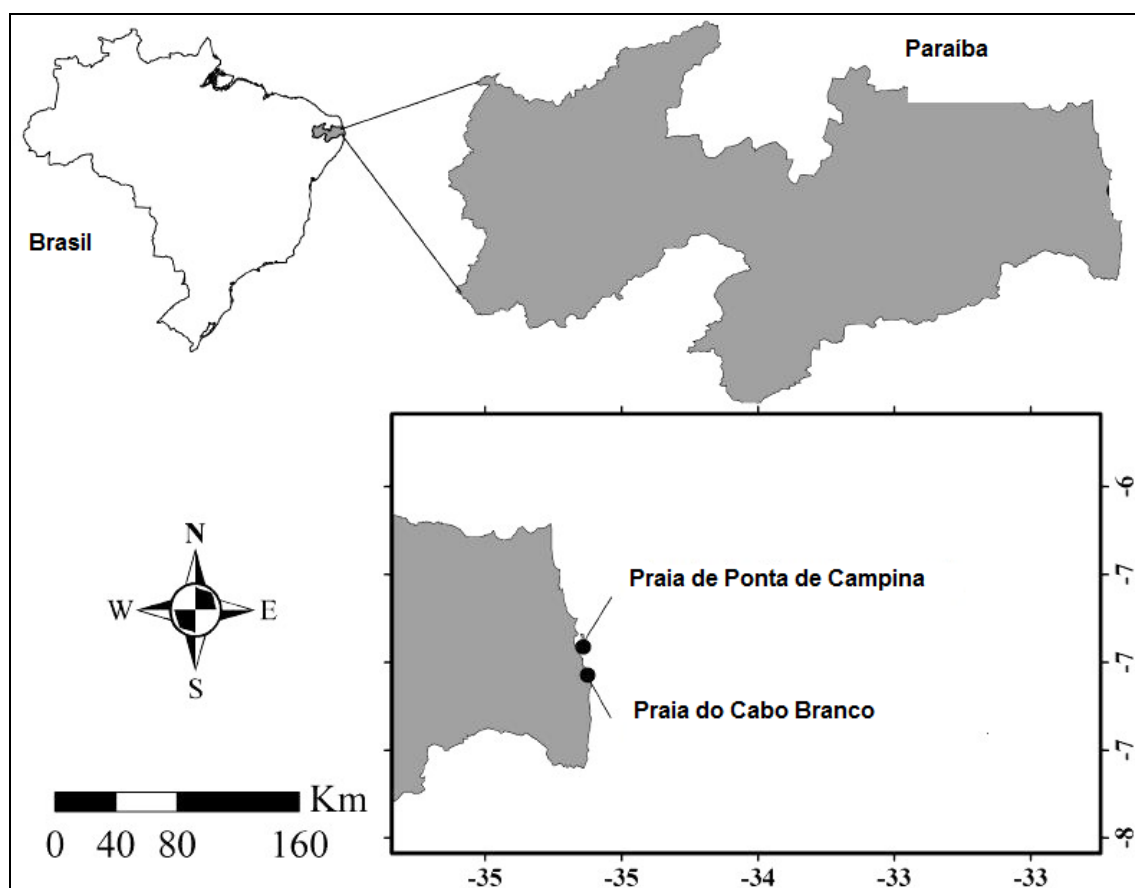


Figura 1 – Mapa do Brasil mostrando a área de estudo localizada no estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil.

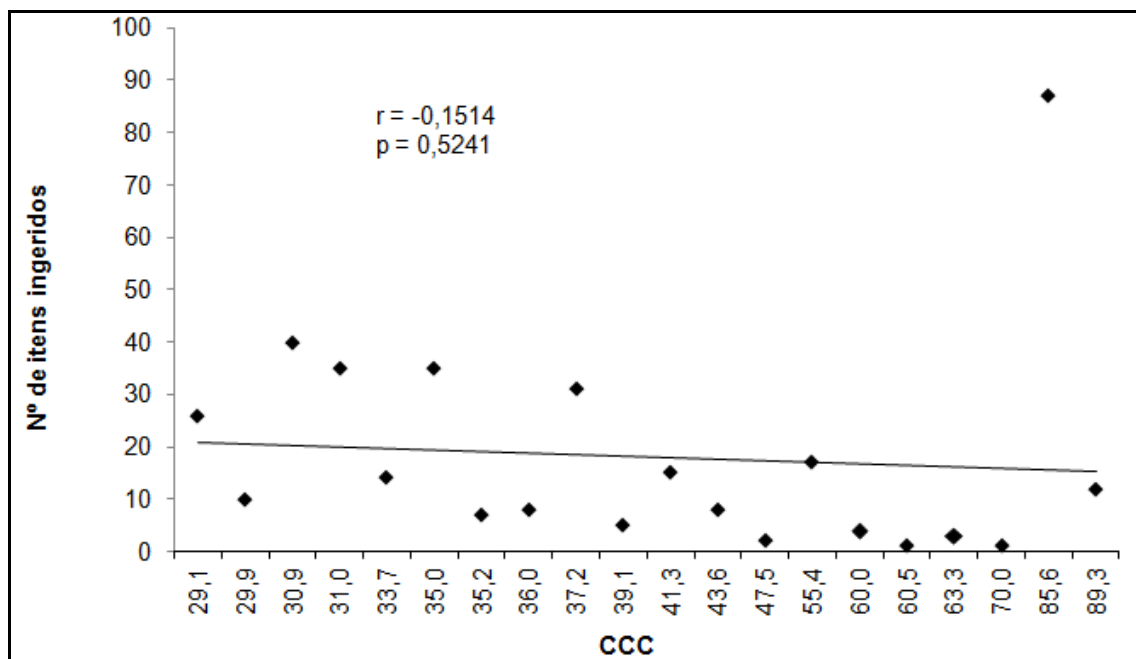


Figura 2 – Correlação entre o CCC das tartarugas encalhadas e o número de itens plásticos ingeridos.

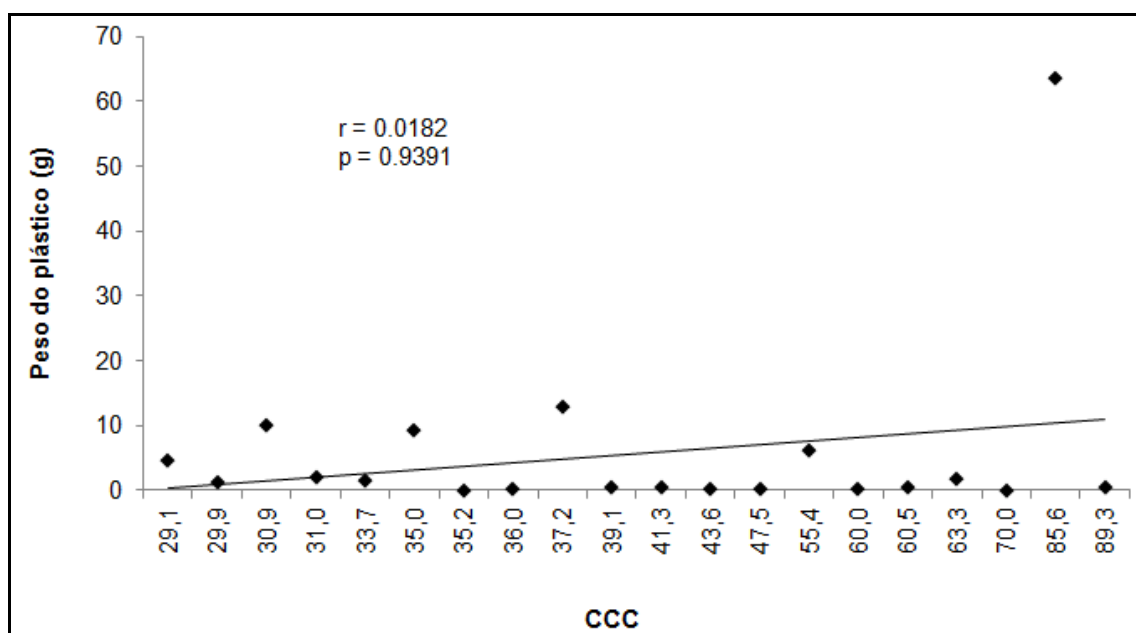


Figura 3 – Correlação entre o CCC das tartarugas encalhadas e a massa do plástico ingerido.

Tabela 1 – Tabela comparativa da frequência de ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas reportada no presente estudo e em outras bibliografias consultadas.

Frequência Reportada	Referência	Área de Estudo
20,4%	Presente estudo	Costa da Paraíba, Nordeste do Brasil
23%	Brown e Brown, 1982	Sudeste do Pacífico
35,2%	Lazar e Gračan, 2011	Mar Adriático
51,2%	Plotkin <i>et al.</i> , 1993	Noroeste do Golfo do México
56%	Bjorndal <i>et al.</i> , 1994	Costa da Flórida
60,5%	Bugoni <i>et al.</i> , 2001	Costa meridional do Sul do Brasil
79,6%	Tomás <i>et al.</i> , 2002	Mediterrâneo Ocidental
100%	Tourinho <i>et al.</i> , 2010	Costa meridional do Sul do Brasil

Tabela 2 – Tabela comparativa mostrando o número de tartarugas analisadas com resíduo antropogênico no trato digestório e o número de efeitos letais reportados diretamente ligados à esta ingestão.

Tartarugas analisadas	Efeitos letais	Referência	Área de Estudo	Espécies Observadas
2	0	Mascarenhas <i>et al.</i> , 2004	Costa da Paraíba, Nordeste do Brasil	<i>C. mydas</i> e <i>L. olivacea</i>
43	0	Tomás <i>et al.</i> , 2002	Mediterrâneo Ocidental	<i>C. caretta</i>
19	1	Lazar e Gračan, 2011	Mar Adriático	<i>C. caretta</i>
24	2	Bjorndal <i>et al.</i> , 1994	Costa da Flórida	<i>C. mydas</i> e <i>C. caretta</i>
34	3	Tourinho <i>et al.</i> , 2010	Costa meridional do Sul do Brasil	<i>C. mydas</i>
23	4	Bugoni <i>et al.</i> , 2001	Costa meridional do Sul do Brasil	<i>C. mydas</i>
53	4	Guebert-Bartholo <i>et al.</i> , 2011	Estuário Paranaguá, Sul do Brasil	<i>C. mydas</i>
138	12	Mrosovsky <i>et al.</i> , 2009	Múltiplas áreas	<i>D. coriacea</i>
20	13	Presente estudo	Costa da Paraíba, Nordeste do Brasil	<i>C. mydas</i> , <i>E. imbricata</i> e <i>L. olivacea</i>

ANEXO

Resumo apresentando em pôster no 31º Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, realizado em San Diego/Califórnia, EUA, no período de 12 - 15 de Abril de 2011.

INGESTION OF PLASTIC BY SEA TURTLES IN THE STATE OF PARAIBA, NORTHEAST BRAZIL

After 12 months of daily monitoring (August 2009 to July 2010) of beaches between the municipalities of João Pessoa (7°08'S and 34°48'W) and Cabedelo (7°01'S and 34°49'W), 124 sea turtle strandings were recorded. The curvilinear carapace length (CCL) and curvilinear carapace width (CCW) were measured. During necropsy, the gastrointestinal tract was removed and the organs were analyzed separately (esophagus, stomach and intestine). The gastrointestinal contents were washed and the plastic residues were distinguished from the other food items, which were later quantified, weighed and qualified according to their structure and color. The items were separated into the categories malleable or rigid plastic and colored, white or transparent plastic. A total of 98 gastrointestinal tracts were obtained from sea turtles found stranded in the study area. Of these, 20 (20.4%) contained plastic residues, where 13 (65%) were *Chelonia mydas*, five (25%) *Eretmochelys imbricata* and two (10%) *Lepidochelys olivacea*. CCL varied between 29.1 and 89.3 cm, with a mean of 46.03 ± 17.71 cm, although only one individual could be considered adult. In 13 (65%) individuals, a hardened mass was found in the intestine (fecalith), making it possible to affirm that death was caused by the ingestion of plastic. The total number of items ingested was 361 items and per organism varied between 1 and 87, with a mean of 18.05 ± 20.42 items. The total weight of the items found was 114.92 g, varying between 0.01 and 63.53 g/individual, with a mean of 5.74 ± 14.13 g/individual. There was no positive correlation between CCL and number of items ($r = 0.15$, $p > 0.05$) and between CCL and weight of the items ($r = 0.01$, $p > 0.05$). The majority of the items ingested belonged to the category of malleable plastic, totaling 310 (85.87%) items, with a mean of 15.5 ± 19 items. The category rigid plastic totaled 51 items (14.12%), with a mean of 2.55 ± 4.4 items. There was a significant difference in the ingestion of malleable plastic versus rigid plastic (ANOVA $F(1,38) = 21.61$, $p = 0.0001$). In the categories of color, transparent plastic was more abundant, totaling 178 (49.31%) items, with mean of 8.9 ± 12 items, followed by colored plastic with 103 items, mean of 5.1 ± 7.6 items, and white plastic with 80 items, mean of 4 ± 5.1 items. There was no significant difference in the ingestion of plastic by color category (ANOVA $F(2,57) = 1.34$, $p = 0.2671$). The frequency of occurrence of the items collected was 85% in the intestine and 40% in the stomach. No items were found in the esophagus. In this study, it was possible to see that

the sea turtles along the coast of Paraíba showed a growing incidence of ingestion of plastic, as demonstrated in studies in other parts of the world, and that the juvenile individuals, which do not have feeding specializations, are more susceptible to ingestion of these marine residues.