

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL NOS TRÓPICOS**

**DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO NOS TECIDOS DE
TARTARUGAS DE PENTE (*Eretmochelys imbricata*) E TARTARUGAS VERDE
(*Chelonia mydas*) NO LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL.**

GUSTAVO RODAMILANS DE MACÊDO

**Salvador – Bahia
2012**

GUSTAVO RODAMILANS DE MACÊDO

**DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO NOS TECIDOS DE
TARTARUGAS DE PENTE (*Eretmochelys imbricata*) E TARTARUGAS VERDE
(*Chelonia mydas*) NO LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL.**

Dissertação apresentada à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal nos Trópicos, na área de Saúde Animal e Epidemiologia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Franke

Co-orientador^a: Prof^a. Dr. Maria das Graças A. Korn.

**Salvador – Bahia
2012**

**DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO NOS TECIDOS DE
TARTARUGAS DE PENTE (*Eretmochelys imbricata*) E TARTARUGAS VERDE
(*Chelonia mydas*) NO LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL**

GUSTAVO RODAMILANS DE MACÊDO

Dissertação defendida e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal nos Trópicos.

Salvador, 29 de fevereiro de 2012.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Roberto Franke – UFBA Orientador

Dr^a. Cecília Baptistotte (ICMBio)

Prof. Dr. Ricardo Albinati (UFBA)

Aprovado em: ____/____/____

Dedico este trabalho a todos que acreditam na conservação do meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Angela Maria Rodamilans de Macêdo, por sempre me apoiar e incentivar os caminhos que tenho escolhido, e por me mostrar que a vida não é um mar de almirante, mas que temos o leme em nossas mãos para enfrenta-lo. TE AMO!

Ao meu pai e irmãos por todo apoio e carinho recebido nesta empreitada. Amo vocês!

Ao meu orientador e amigo Carlos Roberto Franke pelo apoio, amizade e carinho na confecção deste trabalho, e por ser o meu maior incentivador no meio acadêmico e por acreditar em mim e nas coisas que idealizo.

A minha co-orientadora Maria das Graças Korn (Professora Gal), que me recebeu de braços abertos no laboratório de química analítica do Instituto de Química-UFBA e colobarou de forma ativa na confecção deste trabalho. Jamais conseguirei agradecer da forma que merece. Muito Obrigado!

A equipe do grupo de estudos da professora Gal, que sempre me incentivaram e apoiaram nesta minha nova roupagem de “químico analítico” em especial a Taiana Tarantino (Tai) e Isa Barbosa (Minha chefe) que foram fundamentais no desenvolvimento do trabalho. Meninas, muito obrigado por tudo mesmo.

A equipe do Projeto Tamar, em especial a Guy e Neca Marcovaldi pelo apoio e incentivo a este trabalho.

A Gonzalo, Thaís, Janis e toda equipe Tamar, Praia do Forte pela ajuda na coleta de material.

Ao Prof. M.e Paulo César Costa Maia, por todo apoio dado durante minha vida acadêmica e mesmo depois como profissional, me dando a oportunidade de ministrar aulas e de colaborar no Ambulatório de Animais Silvestres e Exóticos (AASE), UFBA. Obrigado PC!!,

Aos amigos Aroldo, Priscila e Lia obrigado por caminharem do meu lado sempre.

Aos colegas Paulo Bahiano, Martinha, Elitiere por dividirem angustias, alegrias, aflições durante estes dois anos de convívio.

Aos estagiários e profissionais envolvidos no AASE-UFBA, meu muito obrigado. Acreditem, aprendi mais com vocês do que possam imaginar.

Aos meus amigos de Praia do Forte, que sempre me acolheram nos momentos que mais precisava. Mazinho, Norma, Careca, Serjão, Mero vocês são especiais em minha vida.

**“ Nem lembra se olhou prá trás
A primeiro passo asso asso ...
Por que se chamavam homens
Também se chamavam sonhos
E sonhos não envelhecem...”**

Lô Borges

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	PÁG.
FIGURA 01 - Foto de <i>Chelonia mydas</i> juvenil	19
FIGURA 02 - Foto de <i>Eretmochelys imbricata</i>	20

Lista de ilustrações do Artigo

Ilustração 01 – Mapa ilustrativo do litoral norte da Bahia, com as bases do projeto Tamar.	44
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabelas do Artigo

	PÁG.
TABELA 01 - Programa de aquecimento para o procedimento de digestão assistida por microondas em forno com cavidade Ethos EZ	45
TABELA 02 - Valores observados e certificados da concentração ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de elementos em TORT-2 (material certificado de hepatopancreas de lagosta).	46
TABELA 03 - Concentração de elementos traço (média \pm desvio padrão e variação em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ em peso seco) em <i>E. imbricata</i> e <i>C. mydas</i> em Areembepe, Brasil.	48
TABELA 04 - Identificação das espécies de tartarugas marinhas <i>Eretmochelys imbricata</i> e <i>Chelonia mydas</i> analisadas, sexagem, biometria, peso e presença de resíduos no trato digestório.	51
TABELA 05: resultado da Análise de Variância Não Paramétrica de Kruscal-Wallis entre <i>C. mydas</i> e <i>E. imbricata</i> para os diferentes elementos traço nos tecidos.	52
TABELA 06: Médias de concentração de elementos traços ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ peso seco) em tecidos de <i>Eretmochelys imbricata</i> e <i>Chelonia mydas</i> em diferentes estudos.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASO – Organização do Atlântico Sul Ocidental

BA – Bahia

CCC – Comprimento Curvilíneo de Carapaça

cm – Centímetros

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

EUA – Estados Unidos da América

FAAS – Espectrometria de Absorção Atômica com Chama

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

GFAAS – Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ICP-OES – Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Acoplado Indutivamente

ICP-MS – Espectrometria de Massa com Plasma Acoplado Indutivamente

IUCN – União Internacional para Conservação da Natureza

IUPAC – União Internacional de Química Pura e Aplicada

Kg – quilos

Km – quilômetros

mg L⁻¹ – Miligramas por Litro

µg L⁻¹ – Microgramas por Litro

MMS – Minerals Management Service

NAS – National Academic Press

NMFS – National Marine Fisheries Service

Ongs – Organizações não governamentais

ppm – Partes por milhão

PVC – Poli Cloreto de Vinila

Tamar – Programa Nacional de Conservação das Tartarugas Marinhas

RESUMO:

A presença no ambiente de elementos traços de origem antrópica em alta concentração é apontada como possível causa de agravos à saúde dos animais de vida livre. A distribuição e a concentração de 22 elementos químicos (As, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn) foram determinadas por ICP-OES e ICP-MS no fígado, rins e ossos de tartarugas juvenis das espécies *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas* encontradas na praia de Arembepe, Bahia, Brasil. As concentrações de Cd, Cu, Ni e Pb no fígado e rins de *C. mydas* juvenis foram as maiores já encontradas no Brasil. Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) na acumulação de elementos traços entre as espécies para Al, Co, Mo, Na, Se no fígado; Al, Cr, Cu, K, Mo, Ni, Pb, Sr, V nos rins; e Al, Ba, Ca, Cd, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V nos ossos. As concentrações de Al, Cd e V, nos ossos foram determinadas apenas na espécie *E. imbricata*, sendo que na espécie *C. mydas* estes elementos traços ficaram abaixo do limite mínimo de quantificação do método neste tecido. Este trabalho é o primeiro relato sobre a distribuição e concentração de elementos traços na espécie *E. imbricata* no Atlântico Sul.

Palavras chaves: tartaruga marinha, contaminação, metais

SUMMARY:

The presence of trace elements of antropogenic origin in high concentrations in the environment is pointed out as a possible cause of damage to the health of free-ranging animals. The distribution and the concentration of 22 chemical elements (As, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn) were determined by ICP-OES and ICP-MS in the liver, kidneys and bones of juvenile sea turtles of the species *Eretmochelys imbricata* and *Chelonia mydas* found on the beach of Arembepe, Bahia, Brazil. The concentrations of Cd, Cu, Ni and Pb in the liver and kidneys of juvenile *C. mydas* were the highest found in Brazil. It was observed a significant difference ($p < 0,05$) in the accumulation of trace elements between the two species to Al, Co, Mo, Na, Se in the liver; Al, Cr, Cu, K, Mo, Ni, Pb, Sr, V in the kidneys; and Al, Ba, Ca, Cd, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V in the bones. The concentrations of Al, Cd, and V in the bones were determined only for the species *E. imbricata*, while in the species *C. mydas*, these elements were below the minimal limit of quantification of the method in this tissue. This study is the first report on the distribution and concentration of trace elements in the species *E. imbricata* in the South Atlantic.

Keywords: sea turtle, contamination, metals

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIACÕES	ix
RESUMO	x
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO GERAL	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 <i>Tartarugas Marinhas</i>	14
2.2 <i>Características das espécies Chelonia mydas e Eretmochelys imbricata</i>	17
2.3 <i>Principais fatores de risco para conservação das tartarugas marinhas</i>	20
2.4 <i>Técnicas espectrométricas para determinação de elementos traço</i>	34
2.5 <i>Principais elementos traço encontrados em tartarugas marinhas</i>	36
3 ARTIGO	40
4 CONSIDERAÇÕES GERAIS	62
5 REFERÊNCIAS	63

Introdução Geral

As espécies de tartarugas marinhas têm apresentado significativa redução em suas populações em todas as suas áreas de ocorrência no mundo em decorrência de atividades antrópicas (National Academy Press - NAS, 1990). Estes répteis são classificados como animais em perigo ou em perigo crítico de extinção (União Internacional de Conservação da Natureza - IUCN 2011).

A pesca da tartaruga marinha foi tradicionalmente praticada com o objetivo de comercialização de seu casco, como matéria prima na fabricação de ornamentos, consumo da carne, transformação de seu óleo em lubrificantes e fabricação de cosméticos, além da utilização de seus ovos como alimento. De acordo com Lutcavage et al. (1996), o declínio das populações de tartarugas marinhas ocorreu principalmente como consequência deste tipo insustentável de exploração pelo homem, envolvendo, historicamente, práticas de matança e saques dos ninhos destes animais.

No Brasil, a partir da publicação da lei 5.197/67, tornou-se proibido o comércio de produtos e subprodutos da fauna silvestre. No entanto, toda a ação governamental nesse momento, estava voltada exclusivamente para a proteção dos parques nacionais e reservas biológicas terrestres, uma vez que não tinha sido elaborado qualquer programa ou implantada unidade de conservação marinha. Em 29 de outubro de 1976, em Portaria da Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), órgão que teve suas atribuições assumidas pelo IBAMA, e posteriormente pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), foi instituída a proibição da captura de tartarugas marinha, apenas durante o período de reprodução (FUNDAÇÃO PRÓ-TAMAR, 2000). Em 1980, o governo brasileiro criou o Programa Nacional de Conservação das Tartarugas Marinhas, denominado de Projeto Tamar, que se tornou responsável pelas atividades de proteção e pesquisa das tartarugas marinhas em território brasileiro (MARCOVALDI et al., 2005). Em 1986, a SUDEPE emite portaria proibindo a captura de quaisquer espécies de tartarugas marinhas, bem como molestar estes animais nos locais de reprodução, bem como a colheita de ovos desses quelônios. No ano de 1998, foi aprovada a lei nº 9.605/98 que em seu Artigo 29 proíbe matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização oficial.

Nas últimas duas décadas, outros fatores, além da exploração comercial, vêm contribuindo para o declínio das populações de tartarugas marinhas no mundo, dentre elas a degradação física e ecológica das áreas de desova; presença de plásticos e contaminantes em altas concentrações no ecossistema marinho; pesca continuada de tartarugas em águas internacionais; atividades associadas com desenvolvimento de óleo e gás; colisões com embarcações; uso de explosivos nos mares e pesca com redes de arrasto ou espinhel (LUTCAVAGE et al., 1996; MACEDO et al, 2011).

No tocante aos impactos nas populações de tartarugas marinhas, causados por contaminantes químicos, a distribuição e concentração de elementos traço em tecidos desses animais é descrita em alguns países do mundo, como Japão (ANAN et al, 2001); China (LAM, et al, 2004); Itália (MAFFUCI, 2005); Espanha (S. JEREZ et al, 2010) e Brasil (BARBIERI, 2009). O interesse por este tipo de estudo é justificado, considerando o fato das tartarugas marinhas servirem como excelentes bioindicadores ambientais, pelo efeito potencialmente tóxico de alguns elementos traço com potencial de reduzir a imunidade e potencializar o desenvolvimento de infecções virais e outras doenças (BALAZS e POOLEY, 1991; HERBST e KLEIN, 1995) e, por fim, considerando que todas as espécies de tartarugas marinhas são citadas na Lista Vermelha da IUCN.

2 Revisão de Literatura

2.1- Tartarugas marinhas

As tartarugas marinhas são répteis de origem terrestres que ao longo de milhões de anos se adaptaram totalmente ao meio marinho, necessitando do ambiente terrestre apenas para nidificação. Segundo Pough et al. (2003) estas adaptações referem-se ao desenvolvimento pulmonar, que permitem às tartarugas marinhas permanecerem submersas cerca de cinco horas com o metabolismo baixo e uma hora com o metabolismo alto; carapaças achatadas, que oferecem pouca resistência ao deslocamento na água; além da modificação dos membros em nadadeiras.

Estes répteis são divididos em duas famílias: a Cheloniidae e a Dermochelyidae que abrangem as sete espécies de tartarugas marinhas conhecidas no mundo. Com exceção das espécies *Lepidochelys kempii* e *Natator depressus* as outras espécies de tartarugas marinhas têm distribuição cosmopolita, habitando principalmente as áreas tropicais e subtropicais (MEYLAN e MEYLAN, 2000). São conhecidas no Brasil as outras cinco espécies de tartarugas marinhas sendo elas a *Dermochelys coriacea*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta* e *Lepidochelys olivacea* (MARCOVALDI e MARCOVALDI, 1999).

A espécie *Natator depressus* é endêmica na plataforma continental da Austrália, enquanto que a espécie *Lepidochelys kempii* está concentrada no golfo do México e na costa oriental dos Estados Unidos, ainda que alguns indivíduos ocorram ocasionalmente na costa da Grã Bretanha e Europa Ocidental (PRITCHARD, 1996).

A família Dermochelyidae é representada apenas pela espécie *Dermochelys coriacea*, sendo sua carapaça óssea recoberta por milhões de pequenos ossos revestidos por gordura, dando um aspecto maleável. Devido a essa característica também é conhecida como tartaruga de casco mole (PRITCHARD, 1996).

A família Cheloniidae é representada pelas espécies *Chelonia mydas*; *Eretmochelys imbricata*; *Caretta caretta*; *Lepidochelys olivacea*; *Lepidochelys kempii* e *Natator depressus* (PRITCHARD e MORTIMER, 2000). A carapaça dos animais desta família é composta por ossos recobertos por queratina, que as tornam conhecidas como tartarugas de casco duro (PRITCHARD, 1996).

Todas as espécies de tartarugas marinhas encontram-se na lista vermelha da IUCN (2011), sendo as espécies *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* e *Lepidochelys kempii* classificadas como em perigo crítico de extinção; as espécies *Caretta caretta* e *Chelonia mydas* como em perigo de extinção e a espécie *Lepidochelys olivacea* como vulnerável a extinção.

A espécie *Natator depressus* é classificada como espécie com informações deficientes para avaliação do grau de risco a extinção, já que a lista atual não considera dados anteriores ao ano de 1995. Porém, a lista vermelha de animais em extinção da IUCN do ano de 1994, classificava esta espécie como vulnerável a extinção (IUCN 2011).

Recentemente foi realizado um levantamento do estado de conservação das populações em território brasileiro das espécies de tartarugas marinhas, que segundo a IUCN, são consideradas “avaliações regionais” (PERES et al, 2011). Neste levantamento as espécies *Dermochelys coriacea* e *Eretmochelys imbricata* foram categorizadas como em criticamente ameaçadas de extinção; a espécie *Caretta caretta* como ameaçada de extinção; a espécie *Lepidochelys olivacea* como em perigo de extinção e a espécie *Chelonia mydas* como vulnerável a extinção (ALMEIDA et al. 2011a,b, CASTILHOS et al. 2011; MARCOVALDI et al. 2011, SANTOS et al. 2011).

No Brasil estas espécies são protegidas pelo Programa Nacional de Conservação das Tartarugas Marinhas (Projeto Tamar), que é administrado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade e co-administrado pela Fundação Pró-Tamar. A realização deste trabalho torna-se possível graças a parcerias com o setor privado e com as comunidades locais (MARCOVALDI et al., 2005).

O Projeto Tamar foi fundado em 1980 e suas atividades de conservação abrangem as áreas de alimentação e de nidificação das tartarugas marinhas distribuídas por 1.100km de praias continentais, e áreas em três ilhas oceânicas, envolvendo ao todo nove estados. As áreas de nidificação são divididas em áreas de estudo integrais e áreas de proteção. As áreas de estudo integrais possuem uma maior concentração de ninhos, os quais, ao longo de toda a temporada de desova, são monitoradas diariamente pela equipe técnica do TAMAR o que resulta na redução da perda de ovos. As áreas de alimentação são aquelas onde, com maior frequência, as tartarugas marinhas são encontradas ingerindo seus alimentos. Nestas áreas, as ações de proteção destas espécies são intensas visando evitar as capturas incidentais (MARCOVALDI e MARCOVALDI, 1999).

2.2 Características das espécies *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*:

As espécies de tartarugas marinhas possuem características bem peculiares de morfologia, habitat, hábitos alimentares e reprodução. A observação destas características facilita sua identificação. Serão descritas as espécies de interesse para o atual estudo.

A espécie *Chelonia mydas* (Figura 01) é também conhecida como tartaruga verde ou aruanã. Possui uma carapaça oval que pode chegar a 120cm de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC), com quatro pares de placas laterais justapostos. Sua cabeça é anteriormente arredondada, com cerca de 15cm de largura e com um par de escudos pré-frontais. Possui uma unha em cada nadadeira. Apresenta a coloração negra do dorso e branca em seu plastrão quando filhote. Animais adultos apresentam colorações que variam desde cor de café a creme amarelado e com o plastrão de cor amarelado ou branco.

Esta espécie é encontrada em todos os oceanos tropicais e subtropicais, sendo a espécie de tartaruga marinha mais encontrada em todo o mundo (PRITCHARD e MORTIMER, 1999). Adultos podem atingir até 230kg no Oceano Atlântico e Pacífico Ocidental, porém, são encontradas frequentemente mais leves no Oceano Índico e Caribe. Esta espécie alcança a maturidade sexual entre 26 e 40 anos, têm um hábito migratório entre as áreas de alimentação e de reprodução que podem chegar a 1500km sendo onívoros nos primeiros anos de vida, tornando-se preferencialmente herbívoro na fase adulta (ALMEIDA et al.2011a).

No Brasil, as desovas ocorrem nas ilhas oceânicas de Fernando de Noronha em Pernambuco, Atol das Rocas no Rio Grande do Norte e na Ilha de Trindade no Espírito Santo, porém, são registrados ninhos esporádicos no continente nos estados da Bahia, Espírito Santo, Sergipe e Rio Grande do Norte (ALMEIDA et al.2011a). As áreas de alimentação identificadas para esta espécie, segundo Marcovaldi e Marcovaldi (1999) são as praias de Ubatuba em São Paulo, Fernando de Noronha em Pernambuco, Atol das Rocas no Rio Grande do Norte, Praia do Forte na Bahia e Almofala no Ceará.



Figura 01: *Chelonia mydas* juvenil (foto: Projeto Tamar)

Um estudo recente sugere que a praia de Arembepe, na Bahia, também seria uma área de alimentação, devido ao número de animais juvenis encontrados mortos, o estado de conservação dos corpos e seus achados no trato digestório (MACEDO et al., 2011).

De acordo com Almeida et al. (2011a), o fato da espécie *Chelonia mydas* ter como área prioritária para nidificação as ilhas oceânicas brasileiras isoladas, este táxon sofreu menos impacto com a predação e com o crescimento urbano desordenado. Porém, segundo os mesmo autores, esta espécie apresenta o maior número de espécimes juvenis mortos encontrados ao longo da costa brasileira, devido à interação com a pesca costeira de emalhe.

A espécie *Eretmochelys imbricata* (Figura 02) é conhecida como tartaruga de pente e foi a tartaruga mais predada pelo homem por causa da beleza do seu casco que era utilizado para fazer artesanato e bijuterias. A carapaça desta espécie tem formato oval e comprimento de até 100cm de CCC, uma margem posterior marcadamente serrilhada e placas grossas e sobrepostas (imbricadas).

Quando adultas, essas tartarugas pesam em média 150kg, possuem cabeça relativamente pequena com 12cm de largura, e bico reto, parecido com o de uma ave, apropriado para seu tipo de alimentação. Esses animais possuem dois pares de placas pré-frontais e um par de unhas em cada nadadeira. Apresentam coloração café e plastrão de cor amarela (PRITCHARD e MORTIMER, 1999).

Trata-se de uma espécie onívora, que se alimenta em áreas recifais, consumindo principalmente algas do tipo sargaço (*Sargassum* spp.) quando filhotes (CARR, 1987) e de esponjas quando adultas. No Brasil, as áreas prioritárias, que são onde ocorrem desovas regulares com maior concentração encontram-se apenas no litoral norte da Bahia e Sergipe, e no litoral sul do Rio Grande do Norte (MARCOVALDI et al. 2011), porém, áreas com menores concentrações de desovas são conhecidas: Paraíba (MASCARENHAS et al. 2004), Ceará (LIMA, 2002) e Espírito Santo (MARCOVALDI et al. 2007).



Figura 02: *Eretmochelys imbricata* (foto: Projeto Tamar)

As principais áreas de alimentação conhecidas no Brasil para esta espécie são: o Arquipélago Fernando de Noronha- PE (SANCHES e BELLINI 1999) e o Atol das Rocas-RN (Marcovaldi et al. 1998), havendo também registros para a Ilha de Trindade-ES (TAMAR 2009), Abrolhos-BA, arquipélagos de São Pedro e São Paulo e a Ilha do Arvoredo-SC (REISSER et al. 2008). Há evidências de que o banco dos Abrolhos-BA seja uma importante área de alimentação (PEDROSA e VERISSIMO, 2006) e Macedo et al (2011) sugere que Arembepe no litoral norte da Bahia também seja uma área de alimentação para este táxon.

A captura incidental nas pescas costeiras é a principal ameaça para esta espécie, porém outras atividades antrópicas como extração de areia; poluição marinha; fotopoluição; tráfego de veículos; presença humana nas praias; portos, ancoradouros e

molhes; ocupação da orla (hotéis e condomínios); e a exploração (produção e distribuição) de óleo e gás também são importantes ameaças (MARCOVALDI et al. 2011).

Atualmente, o alto índice de ocorrência de híbridos com *Caretta caretta* no litoral da Bahia pode ser considerado uma ameaça, apesar de serem necessários estudos a longo prazo para entender as implicações que este fenômeno podem causar na diversidade genética, taxonomia e conservação destas espécies (MARCOVALDI et al, 2011).

2.3 Principais fatores de risco para conservação das tartarugas marinhas

A situação das diferentes espécies de tartarugas marinhas na lista vermelha da IUCN (IUCN, 2011), decorre principalmente pela relação direta entre as relações do homem e as taxas de mortalidade destas espécies, sejam afetando de diversas formas as áreas de desovas, ou por acidentes com barcos, interação com a pesca, explosões para remoção de plataformas marinhas de extração de petróleo e derivados, além da contaminação por óleos, a ingestão de plásticos e outros materiais de difícil degradabilidade no mar ou por contaminação por elementos químicos nos oceanos.

Orós et al. (2005), analisando as principais causas de mortalidade nas tartarugas marinhas encontradas nas Ilhas Canárias, Espanha, descreveram que 69,89% (65/93) haviam morrido por causa de atividades humanas.

Hamman et al. (2010) sugeriram as prioridades para o manejo, conservação e pesquisa das tartarugas marinhas no século 21, e dentre estas prioridades muitas estão relacionadas com as ameaças humanas e suas reais conseqüências na população destes animais.

Interação com a pesca

A interação com a pesca é considerada como a principal causa de mortalidade em tartarugas marinhas em uma revisão feita pela National Academy Press (NAS, 1990), indicando inclusive, que a pesca de camarão em redes de arrasto provoca um número maior de mortes destes animais do que todas as outras atividades humanas combinadas nas águas costeiras dos EUA.

As tartarugas marinhas que estão nadando, descansando ou se alimentando próximo às redes de pescas acabam sendo capturadas por este tipo de atividade e terminam se afogando.

Na pesca de espinhel pelágico, para captura de peixes espada, foi observado um alto número de captura incidental de tartarugas marinhas. Gerrior (1996), citado por Lutz e Musick (1996), relata que a estimada captura incidental de tartarugas marinhas no atlântico noroeste entre 1989 e 1992 foi de 1218 tartarugas marinhas. No período entre os anos de 1991 e 1993 a NMFS observou no mesmo local, em 54 espinheis pelágicos usados para captura de peixes espada, tubarões, atum e outros peixes, a incidência de 54 tartarugas de couro e outras 29 tartarugas de casco duro ou sem identificação da espécie.

No Brasil, outros tipos de arte de pesca também interagem com as tartarugas marinhas, como foi observado por Gallo et al.(2006), sendo estes os cercos flutuantes (Floating Weirs), as redes de espera (Gill Nets), as redes de tróia (Encircling Gill Nets), redes de arrasto (Trawl Nets), linha de pesca (hook and line) e pesca de espinhel pelágico (longline pelagic).

Devido ao alto índice de capturas de tartarugas marinhas com o espinhel pelágico, medidas mitigadoras estão sendo tomadas, como por exemplo, a substituição do uso do anzol tipo J pelo anzol circular (circle hook). Matsunaga et al. (2004), analisando a interação da pesca de atum com captura incidental de tartarugas marinhas, em barcos pesqueiros japoneses, observaram que a substituição dos anzóis tipo J por anzóis circulares não diminuiu o número de tartarugas marinhas capturadas, porém, estes autores observaram que a posição encontrada dos anzóis nestes animais era

diferente, sendo que os anzóis circulares geralmente eram encontrados na boca e os anzóis J eram encontrados no esôfago. Anzóis que ficam presos na boca são mais fáceis de serem removidos e causam menos lesões ao animal, dando maiores chances de reabilitação para as tartarugas marinhas capturadas.

Bolten e Bjorndal (2005) avaliando a eficiência dos anzóis circulares para a pesca industrial e a interação destes com as tartarugas marinhas nos Açores, observaram que nesta região a principal espécie incidentalmente capturada é a *Caretta caretta* e que o uso do anzol circular diminuiu significativamente a captura destes animais. Relataram também que, na grande maioria das vezes, o anzol estava preso a boca do animal.

Orós et al. (2005), relatam que a interação incidental com a pesca foi o maior responsável por mortalidade em tartarugas marinhas nas Ilhas Canárias, Espanha, com 24,73% (23/93).

Watson et al. (2005), analisando meios de pesca para reduzir a mortalidade de tartarugas marinhas, entre julho e outubro de 2002 no nordeste dos Estados Unidos, observaram que as espécies mais acometidas foram a *C. caretta* e a *D. coriacea* sendo que algumas *D. coriacea* apenas se embaraçaram nas linhas do espinhel pelágico. Segundo estes autores, entre as diversas medidas mitigatórias propostas, o uso de anzóis circulares conjugado com a cavalinha (*Scomber scombrus*) como isca, foi apontada como a mais eficiente em relação às tartarugas marinhas cabeçuda (*Caretta caretta*) e de couro (*Dermochelys coriacea*) que são as duas espécies que mais interagem com essa modalidade de pesca no Atlântico Sul Ocidental, segundo a organização de pesquisa do Atlântico Sul Ocidental (ASO-2005).

Read (2007), fazendo uma revisão dos experimentos recentes sobre o uso de anzóis circulares como medida mitigatória para a pesca incidental de tartarugas, concluiu que anzóis circulares possuem o potencial para reduzir a mortalidade das tartarugas marinhas capturadas em espinheis pelágicos, mas que eles devem ser testados rigorosamente antes, de acordo com a viabilidade econômica do pescador. O autor afirma ainda, que somente o uso de anzóis circulares não irá reduzir a mortalidade das tartarugas marinhas em toda a zona de pesca e que neste caso é preciso avaliar anteriormente quais medidas de conservação devem ser adotadas.

Rosales et al (2010) relatam o número de animais capturados incidentalmente no litoral de Tumbes, no Perú. Neste estudo foi verificado que 45 tartarugas marinhas foram capturadas em redes de emalhe, sendo classificadas quanto a espécie como *C.mydas* com 73,3% (33/45); *L.olivacea* com 22,2% (10/45); *D. coriacea* com 2,2% (1/45) e *E.imbricata* com 2,2% (1/45). O autor observou ainda o descumprimento da lei nacional do referido país que proíbe a captura dirigida e a comercialização de produtos derivados de tartarugas marinhas, pois em 77,8% dos casos de captura incidental a carne e a carapaça destes animais foram comercializadas, até mesmo quando o animal era encontrado vivo nas redes de emalhe, estas foram sacrificadas para comercialização.

No Brasil, Sales et al (2010) avaliando a eficiência do anzol circular na mitigação de capturas de tartarugas marinhas na pesca de espinhel pelágico, observou diminuição na captura de tartarugas *C. caretta* em 55% e de *D. coriacea* em 65%, além de que nas *C. caretta*, foi observado que os anzóis circulares ficam presos com mais frequência na boca o que aumenta as chances do animal de continuar vivo e ser reintroduzido ao seu habitat. Foi observado também neste estudo que além de diminuir a captura incidental de tartarugas marinhas, o anzol circular torna-se mais efetivo na captura da maioria das espécies alvos da pesca industrial, em relação com o anzol tradicional tipo J.

Desde Junho de 2001, o Tamar/ICMBio vem desenvolvendo o Plano Nacional para a Redução da Captura Incidental de Tartarugas Marinhas na Pesca. O Plano envolve um sistema de gerenciamento baseado numa rede entre as bases do Tamar, centros de pesquisa, universidades, museus oceanográficos e ONG's ao longo da costa brasileira, e inclui cooperação internacional. O objetivo principal é reduzir a captura e mortalidade de tartarugas nas pescarias. Objetivos específicos incluem monitoramento, pesquisa, medidas mitigadoras, negociações, e outros conceitos fundamentais para aplicar os princípios do Código de Conduta para a Pesca Responsável da FAO (MARCOVALDI, 2005). Atualmente, o Tamar/ICMBio, incentiva o uso dos anzóis circulares, pois acredita-se na eficácia deste tipo de anzol na não captura de tartarugas marinhas, sem comprometer na captura dos peixes alvos.

Ingestão de Resíduos Antropogênicos

Laist (1987), afirma que diferentes tipos de resíduos plásticos encontrados nos mares são uma ameaça para mamíferos, pássaros e tartarugas marinhas, além dos peixes e crustáceos, e classifica como principais resíduos as linhas de pesca, correias e pequenos pedaços de plástico. Este autor sugere que uma variedade de fatores, tanto naturais quanto humanos aumenta a probabilidade que ocorra interação entre animais marinhos e resíduos plásticos tais como: depósito de resíduos plásticos em áreas oceânicas; correntes oceânicas que concentram os resíduos em ilhas, praias, áreas de alimentação e em outras áreas de igual importância para estes animais.

Carr (1987) observou que as tartarugas marinhas em seu estágio pelágico, procuram as áreas de convergência, por ser um local onde há uma enorme variedade de alimentos naturais como pequenos crustáceos, ovos de peixes e moluscos. Porém, uma concentração muito grande de resíduos antropogênicos flutua nos oceanos e acumula-se nestas áreas, deixando as tartarugas marinhas mais susceptíveis à ingestão destes debrís. No estágio bentônico, as tartarugas marinhas também apresentam ingestão de resíduos e não foi observada diferença significativa entres estes dois estágios de vida destes animais quanto à frequência de resíduos antropogênicos (BJORNDAL et al., 1994).

Há relatos de ingestão de material antropogênico por quase todas as espécies de tartarugas marinhas em todos os estágios de vida, sendo que há uma enorme variabilidade de material, desde sacos plásticos, pedaços de papel, linhas de nylon, corda, correia, embalagens de garrafas, balão de látex, alumínio, papel, papelão, isopor, borracha, papel celofane, barbante, filtro de cigarro, anzóis, cera, carvão e vidro (LUTCAVAGE et al., 1996). Hutchinson e Simmonds (1991) sugerem, após ter feito uma revisão sobre os efeitos da poluição sobre as tartarugas marinhas, que provavelmente metade da população destes animais possuem resíduos antropogênicos no trato digestório.

A anatomia do trato digestório das tartarugas predispõe a obstrução, desde o esôfago, com suas papilas esofágicas até o esfíncter cárdia dificultam a regurgitação do material e o grande número de curvas do intestino facilita a abrasão dos debrís não digestíveis (SCHULMAN e LUTZ,1995). Estes autores observaram que, quando

ingeridos por tartarugas marinhas, os resíduos podem duplicar o tempo de passagem da digesta, causando eventualmente flutuabilidade positiva por causa do acúmulo de gases no intestino. Relatando ainda que a presença destes resíduos pode provocar intussuscepção, vôlvo, impactação, perfuração gástrica e/ou intestinal, diminuição na absorção de nutrientes, aumento dos triglicérides sérico e baixa da glicose sanguínea.

Gramentz (1988) relata que em 20% dos casos de tartarugas marinhas examinadas na região da Ilha de Malta, no Mediterrâneo Central, sofreram interação com resíduos antropogênicos. Este autor relata que resíduos flutuantes, como plásticos duros e moles, pedaços de isopor e PVC são frequentemente observados no trato digestório destes animais por serem confundidos por medusas e água-vivas. Sugere também, que a ingestão de metais brilhosos pelas tartarugas marinhas, é em decorrência de serem confundidos por peixes.

Bjorndal et al. (1994), analisando as carcaças de 51 tartarugas marinhas observaram em 49% a presença de resíduos antropogênicos e sugeriram que a ingestão destes resíduos provoca efeitos sub letais, como absorção de toxinas, fator potencialmente prejudicial à saúde ainda pouco estudado. Os resíduos mais encontrados foram de plásticos (71%) e linhas de pesca (38%), os autores relataram que os resíduos plásticos podem provocar lesões na mucosa do trato digestório e que as linhas de pesca podem provocar a parada da função normal do trato digestório, pois se acumulam como um aglomerado de linhas que bloqueiam a junção entre o intestino delgado e o intestino grosso. Afirmam ainda, que a observação somente do esôfago e estômago, freqüentemente usados para análises de hábitos alimentares, provavelmente subestima a freqüência da ingestão de resíduos, devido à elevada freqüência de resíduos no intestino delgado e principalmente do intestino grosso.

No Brasil, relatos da ingestão de resíduos por tartarugas marinhas foram feitos por Bugoni et al. (2001), no sul do Brasil, por Mascarenhas et al. (2004) na Paraíba, e por Macedo et al. (2011) no litoral norte da Bahia.

Bugoni et al. (2001), em estudo realizado no Sul do Brasil, observou a presença de resíduos antropogênicos no estômago de 60,5% (23/38) das tartarugas marinhas examinadas e sugeriu que os resíduos encontrados eram originários, não só, da atividade

pesqueira, mas também, oriundos da atividade turística nas praias da região. Os autores, porém, acreditam que frequência de achados pode estar subestimada por terem avaliado apenas o esôfago e o estômago das tartarugas marinhas ao invés de todo o trato digestório.

Mascarenhas et al. (2004), relata a presença de resíduos plásticos no trato digestório de duas tartarugas no Estado da Paraíba, no Nordeste brasileiro, sendo uma tartaruga verde juvenil e uma tartaruga oliva adulta. A tartaruga oliva foi encontrada morta e a necropsia revelou em seu estômago pedaços de plástico liso e duro e um pedaço de saco plástico. A tartaruga verde foi encontrada em debilitado estado, e entre os 13º e o 14º dia de reabilitação, defecou onze pedaços de plástico duro e nove de sacos plásticos maleáveis e no 27º dia veio a óbito.

Macedo et al (2011) relataram a frequência de 60% (27/45) das tartarugas marinhas necropsiadas das espécies *C.mydas* e *E.imbricata* com resíduos antropogênicos no trato digestório. Observaram que os resíduos podem ser encontrados em quaisquer dos quatro compartimentos do trato digestório, sendo que os achados no intestino grosso foram significativamente mais frequentes, em relação a quaisquer um dos outros compartimentos. O principal tipo de resíduo encontrado neste estudo está relacionado a artefatos de pesca.

Compactação da areia por automóveis

Lutcavage et al. (1996) relataram que a compactação causada pelo uso de carros nas praias dificulta a saída dos filhotes dos ninhos, provocando um gasto de energia maior, deixando-os mais fracos e mais susceptíveis aos seus predadores naturais. Observaram também que, o uso de veículos à noite com os faróis acesos pode atropelar ou desorientar filhotes neonatos de tartarugas marinhas que caminham em direção ao mar, além do que, inibem as fêmeas de subirem a areia para fazer seus ninhos.

Presença humana nas praias

A presença de humanos nas praias de desova é um impacto muito estudado, sendo inclusive, um dos argumentos para a translocação dos ninhos para áreas seguras (LUTCAVAGE et al. 1996). Porém, em alguns lugares esta visitação é controlada e usada como uma importante arma para conservação e educação ambiental. Johnson et al. (1989), sugerem que a prática de observação do processo de nidificação das tartarugas marinhas, sempre acompanhada de guias treinados, seguido de uma orientação sobre a biologia destes animais é uma forma importante de educação e conscientização ambiental.

Iluminação artificial

A presença de luz artificial em praias de desova desorienta os filhotes neonatos que procuram o mar pelo chamado “horizonte luminoso”, pois são atraídas por esta maior fonte de iluminação (SALMON 2003). Estes filhotes tendem a caminhar sem destino pela praia, facilitando a ação de predadores e a probabilidade de desidratação aumenta (NAS 1990).

Experimentalmente, Salmon (2003) comprovou que a iluminação artificial desorienta os filhotes, porém não se sabe quais alterações fisiológicas são responsáveis pelas mudanças no comportamento de orientação normal na tartaruga marinha e em outras espécies de animais que são similarmente perturbadas pela exposição à luz artificial.

Estima-se que na Flórida milhares de filhotes morram anualmente por exaustão, encontro com predadores terrestres, presos na vegetação das dunas, desidratação após o sol nascer, ou até mesmo atropelados por carros devido a desorientação provocada pela iluminação artificial (SALMON 2003).

Witherington (1997) observou que a presença de luz inibia que as fêmeas subissem na areia para fazer os ninhos, provocando um declínio no número de nidificações que chegou a zero. Observou-se também que os tipos de qualidades de

lâmpadas usadas também influenciavam. As lâmpadas de luz branca, seja elas de curto ou longo comprimento de onda, tem um efeito negativo nas tartarugas marinhas maior que as lâmpadas de luz amarela, que apresentam apenas um longo comprimento de onda visível para as tartarugas.

Acidente com embarcações

Acidentes provocados por embarcações são uma importante causa de mortalidade de tartarugas marinhas. Nestes acidentes, as tartarugas sofrem sérias lesões em diferentes partes do corpo podendo causar a morte imediata ou outras injúrias severas.

Das tartarugas encontradas no Golfo do México e na Costa do Atlântico dos EUA, 6% (110/1847) encontradas em 1986, 7% (166/2373) em 1987 e 9% (179/1991) em 1988, tiveram injurias relacionadas com a interação com embarcações, com uma média de 150 tartarugas por ano (SCHROEDER,1987; SCHROEDER e WARNER, 1988; TEAS e MARTINEZ, 1989).

Orós et al. (2005), analisando a causa de mortalidade das tartarugas marinhas encontradas na costa das Ilhas Canárias, Espanha, entre janeiro de 1998 e dezembro de 2001, verificaram que 23,66% (22/93) apresentavam injurias causadas por acidentes com embarcações sendo que, os animais que tinham estas lesões, apresentavam fraturas na carapaça e no plastrão com traumas severos, principalmente, com penetração nos pulmões e rins. As lesões pulmonares foram tipicamente unilaterais e havia uma pneumonia necrótica. As lesões renais foram caracterizadas com abscessos perinéfricos. Normalmente, em casos mais graves, as lesões traumáticas provocam uma celomite fibrinogênica e septicemia.

Em muitos acidentes, a morte não é provocada de imediato, porém, animais com ferimentos costumam ficar boiando e por isso tornam-se mais propícios à ação de predadores reduzindo a chance de serem encontrados (NAS, 1990).

Remoção de plataformas de petróleo

Rosman et al. (1987) identificando espécies de organismos marinhos que frequentavam a região próxima às plataformas de petróleos, observaram que tartarugas marinhas e outros organismos aquáticos são frequentemente encontrados junto a estas estruturas. Porém, o método de remoção destas plataformas é feito com explosivos, causando um grande impacto ambiental.

Klima et al. (1988), encontraram 51 tartarugas da espécie *Lepidochelys kempii* mortas nas praias perto da costa do Texas no período de 19 de março até 19 de abril de 1986, sendo que 10 plataformas de petróleo foram removidas com o uso de explosivos durante este período em áreas perto das praias. Estes autores afirmam que por não ter acontecido no período da pesca de camarão, as circunstâncias tornam-se evidentes que os óbitos destes animais foram provocados pelo uso dos explosivos. Os autores fortalecem sua afirmação relatando a morte de 41 golfinhos (*Tursiops truncatus*) e de um grande número de peixes.

Depois de incidentes deste tipo, a NMFS (National Marine Fisheries Service) e o MMS (Minerals Management Service) entraram com um acordo sobre o uso de explosivos, com isso companhias de óleo e de gás que queiram usar explosivos no fundo do mar têm que submeter uma requisição para a MMS. Obtendo a permissão da requisição, é obrigatório o uso de qualificados observadores de bordo para monitorar as tartarugas marinhas e outros animais marinhos perto das plataformas e em alguns casos, remover estes animais para uma localização segura distante do impacto das cargas explosivas (NAS, 1990).

Contaminação por óleo

A contaminação dos mares por óleo e compostos de petróleo aparece como uma das causas principais da diminuição das populações de praticamente a totalidade das espécies marinhas catalogadas em perigo de extinção em todo o mundo. Esta contaminação é proveniente de diversas fontes como: perfurações em mar aberto; depósitos atmosféricos; refinarias e terminais de carga costeira; resíduos urbanos e

águas residuais; atividades de transporte; acidentes em petroleiros; operações com petroleiros e filtrações naturais (FARRÉ e FERNANDEZ, 2002).

As populações de tartarugas marinhas ao redor do mundo convivem com óleo e exploração de gás, transporte e desenvolvimento petrolífero, podendo com isso sofrer algum tipo de contaminação (LUTCAVAGE et al., 1996). O petróleo apresenta componentes como sulfuretos, oxigênio, nitrogênio, e diversos metais pesados que de maneira ou de outra, afetam os animais. O grau de refinamento também influencia na toxicidade destes compostos (FARRÉ e FERNANDEZ, 2002). Desta forma, os animais que interagirem com este evento são afetados por via inalatória, ingestão ou contato direto com a pele e mucosas.

O petróleo que entra pelo sistema respiratório provoca uma irritação do epitélio respiratório, e uma inalação severa pode produzir graves problemas como inflamação, congestão e hemorragias pulmonares. Se estes compostos voláteis chegam a ser absorvidos, vão provocar lesões sistêmicas a nível hepático, renal e do sistema nervoso central (FARRÉ e FERNANDEZ, 2002). Segundo Lutz et al. (1986) apud Lutcavage et al.(1996), quando o óleo chega nos pulmões, a capacidade respiratória das tartarugas marinhas diminuem e o tempo de mergulho diminui, conseqüentemente aumentando as chances dos predadores e diminuindo as chances de sobrevivência.

A ingestão de petróleo provoca uma irritação e posterior destruição dos epitélios esofágicos, gástricos e intestinais. Estes efeitos produzem alteração na motilidade gastrointestinal e as conseqüentes síndromes de má digestão e má absorção. Finalmente os metabólitos da degradação do petróleo que não podem ser eliminados pelas fezes ou pela urina, se acumulam em diversas partes do organismo produzindo efeitos em longo prazo (FARRÉ e FERNANDEZ, 2002). O óleo ingerido pelas tartarugas quando chegam ao estômago, provoca uma diminuição de assimilação por parte do animal, disfunção de órgãos e distúrbios no balanço hormonal, resultando em depressão das funções dos órgãos e diminuição da reprodução.

As tartarugas marinhas que entram em contato com petróleo pela pele ou mucosas sofrem uma ação lesiva direta sobre a pele, podendo causar úlceras córneas quando afetam a mucosa ocular, dificultando a sobrevivência e possuem efeitos

carcinogênicos nos ovos contaminados por óleo nos ninhos, sofrendo um desenvolvimento anormal, provocando a morte dos embriões e fetos (LUTCAVAGE et al., 1996).

Gramentz (1988), relata ocorrências de acidentes com óleo afetando tartarugas da espécie *Caretta caretta* em Malta. Dezesete das 99 tartarugas marinhas encontradas entre março e maio de 1985 e de junho a outubro de 1986, apresentavam contaminação por óleo. Neste estudo, a interação com óleo foi a ação antropogênica mais relatada, com 85% dos casos (17/20).

Bugoni et al. (2001), percorrendo uma região do litoral sul brasileiro, encontrou 38 tartarugas verdes, *Chelonia mydas*, que interagiram com fragmentos antropogênicos de diversas formas, sendo que 2,6% (1/38) apresentavam óleo no trato gastrointestinal.

Tomás (2002), ao realizar uma pesquisa sobre a ingestão de resíduos antropogênicos por *Caretta caretta* no oeste do Mediterrâneo observou que 25,9% (14/54) das tartarugas marinhas apresentavam óleo no trato digestório.

Orós et al. (2005), analisaram as principais causas de morte das tartarugas marinhas nas Ilhas Canárias na Espanha, no período entre janeiro de 1998 e dezembro de 2001, observando em 2,15% (2/93) dos animais a presença de óleo.

Embora a tecnologia petrolífera tenha avançado, ainda há falhas que podem gerar problemas catastróficos ao ambiente marinho. Bjorndal et. al (2011) relatam que derramamentos de óleo como o da Baía do Golfo do México em 2010 causaram danos a espécies comerciais e ameaçadas de extinção de formas imensuráveis, e sugere um maior esforço político para criar e implantar planos de fiscalização e pesquisa mais eficazes, visando evitar catástrofes futuras.

Contaminação por elementos traço

Elementos traço (em inglês: *trace elements*) é o termo que se refere a elementos que ocorrem naturalmente em níveis de parte por milhão (ppm) ou abaixo disso. O termo “metal pesado” vem sendo usado erroneamente para nomear um grupo de metais ou metalóides que são associados à contaminação de potencialidade tóxica e ecotóxica. Duffus, 2002, relata que o termo metal pesado nunca foi definido por qualquer órgão competente como a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), e que o mesmo não deve ser utilizado por ser um termo obsoleto que não apresenta uma base científica coerente.

Os elementos traço, assim como outros elementos e seus compostos, podem apresentar toxicidade para animais e plantas dependendo da sua biodisponibilidade e concentração. A disponibilidade natural dos elementos traço no ambiente marinho é decorrente das movimentações das placas tectônicas submarinas, da ação do intemperismo e da erosão sobre as rochas vulcânicas da superfície, bem como da lixiviação e carreamento do sedimento para o mar por meio da precipitação pluviométrica e dos rios (THURMAN, 1997).

Islam e Tanaka (2004) revisaram os dados sobre os impactos da poluição no ambiente marinho e costeiro e observaram que ações antrópicas globais superam a emissão natural de elementos como cádmio, chumbo e mercúrio, sendo que a queima de resíduos fósseis, eliminação de resíduos, produção de cimento, produção de ferro e aço, produção de metais não ferrosos e o tráfego veicular representam as principais fontes de distribuição de metais e elementos traço no meio marinho.

Os efeitos tóxicos de metais no sistema reprodutivo, imune, nervoso e comportamental, bem como na carcinogênese são descritos não só em espécies terrestres, mas também em uma variedade de mamíferos e aves marinhas (DE GUISE et al., 2003; FRANSON, 1996; LAW, 1996; PEAKALL, 1996; REIJNDERS, 2003). Segundo Colborn (2002), a exposição sub-letal a certos metais durante os estágios de desenvolvimento podem elevar a taxa de hormônios esteroidais, tireoidais e adrenais, causando efeitos potencialmente graves para a sobrevivência de populações particularmente sensíveis ou vulneráveis.

Anan et al (2001) consideram as tartarugas marinhas importantes bioindicadores ambientais em vista de terem um longo período de vida e por ocuparem um nível trófico elevado, tornando-se bioacumuladores de contaminantes como elementos traço e pesticidas. Embora não haja estudos confirmatórios, García-Fernández et al (2009) reputam como provável o impacto negativo desses contaminantes na fisiologia das tartarugas marinhas, o que é corroborado por Balazs e Pooley, (1991) e Herbst e Klein, (1995) quando consideram a exposição aos contaminantes como fator predisponente ao desenvolvimento de infecções virais, a exemplo da fibropapilomatose observada em tartarugas marinhas em consequência do comprometimento imunológico desses animais.

Os efeitos citotóxicos de alguns metais como cádmio, cobre, cromo e zinco foram testados *in vitro* por Tan et al (2010) em diferentes linhagens de células de *C. mydas*, sendo observado que estas células apresentavam padrões similares de resposta citotóxica, quando comparadas às linhagens de células de outras espécies de peixes e mamíferos marinhos normalmente utilizadas como referência. Os autores sugerem também que, em virtude das células de *C. mydas* apresentarem nível relativamente elevado de tolerância citotóxica a alguns metais, poderiam ser empregadas nas avaliações dos efeitos fisiológicos em condição de elevada contaminação, funcionando como bioindicador de contaminação do ambiente aquático por metais, aplicável inclusive na saúde pública.

2.4 Técnicas espectrométricas para determinação de elementos traço

Com a crescente preocupação com a conservação ambiental, e como é inevitável a produção de subprodutos gerados pelas atividades industriais, a forma como estes resíduos são descartados na natureza tem recebido uma especial atenção pela sociedade moderna sendo claramente observada pelas resoluções impostas que são importantes instrumentos normativos para a gestão ambiental em busca do crescimento sustentável (ROSINI et al, 2006).

No Brasil, cabe ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelecer normas e padrões relativos ao controle de qualidade do ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais.

Devido a esta preocupação ambiental, a procura por técnicas instrumentais empregadas na análise destas amostras ambientais devem proporcionar elevada sensibilidade para maioria dos elementos químicos, além de viabilizar medidas rápidas e confiáveis.

Rosini et al (2006) citam algumas técnicas espectroanalíticas que alcançam baixos limites de detecção para diversos elementos químicos, tais como a espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS), a espectrometria de absorção atômica com forno de grafite (GFAAS), a espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES) e a espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS).

A FAAS é uma técnica tipicamente mono elementar, de fácil operação e com um custo relativamente reduzido (CARUSO et al, 2003). Harris (2005) descreveu o princípio da técnica como sendo baseada na medida da absorção da radiação eletromagnética, proveniente de uma fonte de radiação, por átomos gasosos no estado fundamental gerados em uma chama com temperatura inferior a 3000 K. Na técnica FAAS, cerca de 90% da amostra introduzida é perdida devido ao ineficiente processo de nebulização e o tempo médio de residência dos átomos gasosos na região de observação ser baixo (ROSSINI et al, 2006). Segundo Harris (2005) estes dois fatores afetam negativamente a sensibilidade da técnica, principalmente para os elementos mais refratários. Assim, trata-se uma técnica ideal para análise elementar em níveis de mg L^{-1} quando é necessária a determinação de poucos elementos em um grande número de amostras (VANDERCASTEELE e BLOCK, 1993).

A técnica GFAAS também é, geralmente, mono elementar e se baseia no mesmo princípio que a FAAS. Caracteriza-se pelo mesmo tipo de instrumentação, diferindo principalmente no sistema de introdução de amostras e na célula de atomização, que ao

invés de uma chama, consiste em um tubo de grafite pirolítico com 2 a 4 cm de comprimento (VANDERCASTEELE & BLOCK, 1993).

Este tubo de grafite é posicionado no lugar do queimador do sistema FAAS, de forma que o feixe de radiação passe através do interior do mesmo. A amostra é introduzida no tubo com o auxílio de uma micropipeta ou de um amostrador automático, não havendo perdas durante o processo de introdução. A GFAAS apresenta vantagens em relação aos limites de detecção da ordem de $\mu\text{g L}^{-1}$, maior sensibilidade, requer reduzido volume de amostra em relação à FAAS, baixo consumo de gases (Ar(g)), além de apresentar capacidade de análise direta de amostras sólidas (ROSINI et al, 2006). No passado, a técnica GFAAS era considerada afetada por severas interferências químicas e espectrais, que gradativamente foram sendo corrigidas com o uso de estratégias combinadas, tais como o sistema de correção de fundo e modificadores químicos (VANDERCASTEELE e BLOCK, 1993).

A técnica ICP-OES é multielementar, capaz de determinar mais de 70 elementos em menos de 2 minutos dependendo do equipamento utilizado. O princípio da técnica se baseia na excitação de elementos em um plasma de argônio (BECKER, 2005). O plasma é um gás parcialmente ionizado constituído por elétrons, íons e partículas neutras, atingindo temperaturas que variam entre 5000 e 8000 K e é mantido pela energia fornecida por uma fonte de radio-freqüência de 27 ou 40 MHz (ROSINI et al, 2006). A energia dos elétrons e átomos de argônio excitados é usada para converter os átomos e as moléculas em um estado excitado. As espécies excitadas retornam ao estado fundamental, emitindo fótons que são medidos por um sistema de detecção (GINÉ, 1999; BECKER, 2005). A técnica de ICP OES pode ser empregada com configuração radial ou axial, com implicações sobre a sensibilidade e seletividade. Dependendo do arranjo instrumental limites de detecção podem ser da ordem de $\mu\text{g L}^{-1}$, porém determinações na faixa de mg L^{-1} são mais freqüentes.

A técnica ICP-MS é poderosa para análise multielementar, podendo o analista estimar praticamente todos os elementos da tabela periódica, modo qualitativo da operação, em uma única varredura (ROSSINI et al, 2006). Já no modo quantitativo, a precisão e a exatidão obtidas são comparáveis àquelas obtidas com técnicas monoelementares (LUNA, 2003). Giné (1999) descreveu os princípios da técnica de

ICP-MS decorrente da ionização em fonte de plasma em pressão atmosférica, tendo o plasma de argônio energia de 15,7 eV, a qual é suficiente para dessolvatar e ionizar os elementos em solução. A maioria dos elementos atinge grau de ionização superior a 90 % com exceção de alguns metalóides e halogênios. O plasma produz, predominantemente, cátions monovalentes e, em menor proporção, cátions divalentes e íons moleculares. Os íons gerados no plasma são transferidos para uma região de alto vácuo através de uma interface contendo cones metálicos com orifícios diminutos (ca. 1 mm). Os íons são focalizados empregando lentes iônicas e direcionados para o espectrômetro de massas visando separação em função da razão massa/carga. A seguir, os íons atingem um detector, que amplifica o sinal gerado.

Segundo Rosini et al (2006), o ICP-MS une a capacidade multielementar á alta sensibilidade, possibilitando alto desempenho para análises de rotina. Dessa forma, BECKER (2005), preconiza que em condições usuais de operação e considerando-se o desempenho geralmente obtido em análises de rotina, as técnicas citadas apresentam a seguinte ordem de sensibilidade: FAAS < ICP OES < GFAAS < ICP-MS.

2.5 Principais elementos traço encontrados em tartarugas marinhas

Níveis de metais em tartarugas marinhas podem revelar uma melhor imagem dos riscos para os humanos do que as medidas tomadas no ambiente físico, plantas ou invertebrados (ANAN et al., 2002). Estudos com tartarugas marinhas como bioindicadores ambientais são comuns em diversas partes do mundo, em especial nas espécies *C. caretta* e *C. mydas*, porém são escassos os estudos com a espécie *E. imbricata*.

Beyersmann e Hartwig (2008) revisando a ação carcinogênica dos elementos químicos e seus mecanismos celulares e moleculares propõem que, os elementos carcinogênicos estão amplamente distribuídos na tabela periódica de elementos, podendo atuar inibindo a reparação do DNA, induzindo o estresse oxidativo, ativando sinais mitóticos e modulando a expressão de genes. No entanto, os autores complementam que o potencial carcinogênico de cada elemento depende da sua

biodisponibilidade e ressaltam que a membrana celular funciona como importante barreira, dificultando a entrada dos mesmos na célula.

Em um estudo avaliando a citotoxicidade do cádmio, cromo, zinco e cobre, “in vitro” em linhagens de células de *C. mydas*, Tan et al (2010) observaram que os quatro elementos são citotóxicos em variadas concentrações e que o cádmio e cromo são mais citotóxicos do que o zinco e cobre nestas linhagens de células. Outro resultado relevante deste estudo foi que as linhagens de células derivadas de tecido do pulmão apresentaram mais sensíveis a estes metais enquanto que as linhagens de células derivadas do fígado apresentaram ser mais tolerantes aos mesmos. Mesmo admitindo que estudos “in vitro” apresentam algumas limitações em relação aos estudos “in vivo”, principalmente no tocante as respostas toxicológicas inerentes, os autores ressaltam que a interação entre os contaminantes químicos iniciam no nível celular e que estudos nesta linha são importantes para entender os efeitos adversos de contaminantes em animais de vida livre e na saúde humana.

Segundo Barbieri (2009), o potencial tóxico da contaminação por alguns elementos químicos pode desempenhar papel importante na redução das populações de tartarugas marinhas, ressaltando que os principais elementos que têm sido monitorados são chumbo, mercúrio e cádmio.

Godley et al (1999) analisaram concentrações de chumbo, mercúrio e cádmio no fígado, rins e músculos de tartarugas marinhas das espécies *C. caretta* e *C. mydas* no leste do Mar Mediterrâneo e observaram que as concentrações destes metais na espécie *C. caretta* foram maiores, o que pode ser explicado pelo seu hábito alimentar onívoro, com posição mais elevada na cadeia trófica, ao contrário da espécie *C. mydas*, considerada herbívora.

Sakai et al (2000) avaliaram a concentração de elementos traços em dois espécimes adultos de *C. mydas* e sete espécimes também adultos de *C. caretta* na costa do Japão e observaram que em geral as maiores concentrações estavam no fígado, rins e ossos e que as menores concentrações estavam no cérebro e nos músculos. Observaram também que, o fígado e os rins apresentavam concentrações relativamente maiores de

Fe, Cu, Ni, Cd e Hg do que nos outros órgãos e que nos ossos as concentrações de Mg, Zn e Pb eram cinco vezes maiores que no fígado e rins.

Anan et al (2001) estudando a concentração de 18 elementos traços no fígado, rins e músculos de 26 *C. mydas* e 22 *E. imbricata* no litoral do Japão, observaram que a característica de distribuição dos elementos traços nos três tecidos estudados foram similares entre as espécies. No entanto, as concentrações de alguns elementos traços diferiram significativamente entre elas, e segundo os autores, isso pode estar relacionado ao hábito alimentar de cada uma das espécies ao longo da vida e não exclusivamente na fase adulta.

Lam et al (2004) avaliou a concentração de 19 elementos traços em diversos tecidos de *C. mydas* no sul da China e destacaram alguns elementos que apresentaram concentrações relativamente altas e que podem causar danos a saúde. Os autores ressaltaram os valores encontrados para Se, Sr, Hg, Cd, As, Pb, V, Co, Mn, Ni e Zn e seus potenciais efeitos nefrotóxicos, neurotóxicos e imunotóxicos, além de prejudicarem o desenvolvimento embrionário.

Segundo Maffuci et al (2005) as tartarugas marinhas da espécie *Caretta caretta* parecem ser capazes de regular as concentrações de Se, Cu e Zn por meio de processos homeostáticos, atendendo as necessidades metabólicas, sem permitir os efeitos tóxicos de uma acumulação excessiva destes elementos. Os autores sugerem ainda que elementos tóxicos como o mercúrio e o cádmio sofrem um processo de detoxificação associada à ação de proteínas do tipo metalotioneínas. Storelli et al (2008) analisaram as concentrações de Cu, Zn e Cd em *C. mydas* e observaram também elevada concentração citoplasmática destes elementos nas células hepáticas e renais, ratificando a importância das metalotioneínas no balanço homeostático de saturação na célula.

No Brasil, Barbieri (2009) analisou a concentração de elementos traços em 15 *C. mydas* adultas e 15 *C. mydas* juvenis, encontrando valores comparáveis com outros estudos. Porém, o autor não soube explicar os valores de concentrações menores observados para Cd, Pb e Ni em comparação aos registrados por outros autores no Atlântico Norte, Japão e China, atribuindo este fato às diferenças quanto a área e o tipo de alimentação, apesar de pertencerem à mesma espécie. O autor também encontrou

diferença significativa entre as concentrações de Cd, Cu, Ni e Pb, sendo que os animais adultos apresentavam concentrações maiores do que os animais juvenis, o que pode ser justificado pelo período longo de acumulação dos primeiros.

ARTIGO CIENTÍFICO:**DISTRIBUIÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO NOS TECIDOS DE TARTARUGAS DE PENTE (*Eretmochelys imbricata*) E TARTARUGAS VERDE (*Chelonia mydas*) NO LITORAL NORTE DA BAHIA, BRASIL.**

TRACE ELEMENTS DISTRIBUTION IN HAWKSBILL TURTLES (*Eretmochelys imbricata*) AND GREEN TURTLE (*Chelonia mydas*) TISSUES ON THE NORTH BAHIA COST, BRASIL.

Gustavo Rodamilans de Macêdo^{1*}, Taiana do B. Tarantino², Isa S. Barbosa², Thaís Torres Pires³, Gonzalo Rostan³, Luis Fernando Batista Pinto⁴, Maria das Graças A. Korn², Carlos Roberto Franke⁴.

1 – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal nos Trópicos, Universidade Federal da Bahia (UFBA), 40170-110, Salvador, BA, Brasil. E-mail: gustavorodamilans@hotmail.com. *Autor para correspondência.

2 – Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Campus Universitário de Ondina, Salvador, Bahia, Brasil, CEP 40170-115

3 – Fundação Centro Brasileiro de Proteção e Pesquisa das Tartarugas Marinhas (Fundação Pro-Tamar), Salvador, BA, Brasil.

4 – Departamento de Produção Animal, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), 40170-110, Salvador, BA, Brasil.

RESUMO:

A presença no ambiente de elementos traços de origem antrópica em alta concentração é apontada como possível causa de agravos à saúde dos animais de vida livre. A distribuição e a concentração de 22 elementos químicos (As, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn) foram determinadas por ICP-OES e ICP-MS no fígado, rins e ossos de tartarugas juvenis das espécies *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas* encontradas na praia de Arembepe, Bahia, Brasil. As concentrações de Cd, Cu, Ni e Pb no fígado e rins de *C. mydas* juvenis foram as maiores já encontradas no Brasil. Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) na acumulação de elementos traços entre as espécies para Al, Co, Mo, Na, Se no fígado; Al, Cr, Cu, K, Mo, Ni, Pb, Sr, V nos rins; e Al, Ba, Ca, Cd, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V nos ossos. As concentrações de Al, Cd e V, nos ossos foram determinadas apenas na espécie *E. imbricata*, sendo que na espécie *C. mydas* estes elementos traços ficaram abaixo do limite mínimo de quantificação do método neste tecido. Este trabalho é o primeiro relato sobre a distribuição e concentração de elementos traços na espécie *E. imbricata* no Atlântico Sul.

Palavras chaves: tartaruga marinha, contaminação, metais

SUMMARY:

The presence of trace elements of antropogenic origin in high concentrations in the environment is pointed out as a possible cause of damage to the health of free-ranging animals. The distribution and the concentration of 22 chemical elements (As, Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn) were determined by ICP-OES and ICP-MS in the liver, kidneys and bones of juvenile sea turtles of the species *Eretmochelys imbricata* and *Chelonia mydas* found on the beach of Arembepe, Bahia, Brazil. The concentrations of Cd, Cu, Ni and Pb in the liver and kidneys of juvenile *C. mydas* were the highest found in Brazil. It was observed a significant difference ($p < 0,05$) in the accumulation of trace elements between the two species to Al, Co, Mo, Na, Se in the liver; Al, Cr, Cu, K, Mo, Ni, Pb, Sr, V in the kidneys; and Al, Ba, Ca, Cd, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V in the bones. The concentrations of Al, Cd, and V in the bones were determined only for the species *E. imbricata*, while in the species *C. mydas*, these elements were below the minimal limit of quantification of the method in this tissue. This study is the first report on the distribution and concentration of trace elements in the species *E. imbricata* in the South Atlantic.

Keywords: sea turtle, contamination, metals

Introdução:

Os elementos traços ocorrem naturalmente no ambiente costeiro e marinho. O registro destes elementos em concentrações elevadas ocorre geralmente em consequência de ações antropogênicas como a queima de combustíveis fósseis, eliminação de resíduos, produção de cimento, produção de ferro e aço, produção de metais não ferrosos e o tráfego veicular. Estas atividades constituem as principais fontes de liberação de elementos traços no ambiente, principalmente cádmio, chumbo e mercúrio (ISLAM e TANAKA, 2004).

Os efeitos tóxicos de metais no sistema reprodutivo, imune, nervoso e comportamental, bem como na carcinogênese são descritos não só em espécies terrestres, mas também em uma variedade de espécies marinhas, como mamíferos e aves (DE GUISE et al., 2003; FRANSON, 1996; LAW, 1996; PEAKALL, 1996; REIJNDERS, 2003). Segundo Colborn (2002), a exposição sub-letal de animais a certos metais, durante os estágios de desenvolvimento, pode elevar a taxa de hormônios esteroidais, tireoidais e adrenais, causando efeitos potencialmente graves à sobrevivência de populações particularmente sensíveis ou vulneráveis.

As tartarugas marinhas, pela característica longevidade das espécies e por ocuparem um nível trófico elevado, são importantes bioindicadores ambientais, tornando-se bioacumuladores de contaminantes como elementos traços e pesticidas (ANAN, 2001). As espécies *E. imbricata* e *C. mydas* são mundialmente consideradas em perigo crítico de extinção e em perigo de extinção, respectivamente (IUCN, 2011). No Brasil, estas espécies são classificadas como criticamente ameaçada de extinção e vulnerável a extinção, respectivamente (MARCOVALDI et al, 2011; ALMEIDA et al, 2011).

O status preocupante das populações de tartarugas marinhas tem relação com o impacto negativo das ações antropogênicas, sendo que os fatores que mais influenciam o declínio dessas populações são a poluição marinha, a captura incidental em artes de pesca e a descaracterização e degradação do habitat (HAMMAN et al, 2010).

As praias de Arembepe, no município de Camaçari, Bahia, são áreas importantes de nidificação para as tartarugas marinhas (MARCOVALDI e MARCOVALDI, 1999). Estudos recentes, também, sugerem que sejam áreas de alimentação para as espécies *C. mydas* e *E. imbricata* na fase juvenil (MACEDO et al, 2011), o que exporia os indivíduos aos impactos ambientais ocorrentes nesta região com elevada concentração industrial. Segundo Bjorndal, (2000) é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas nas áreas de alimentação, as quais são consideradas prioritárias para o manejo populacional e para a sobrevivência destas espécies de quelônios.

A distribuição e concentração de elementos traços são descritas em algumas espécies de tartarugas marinhas em diferentes estágios de desenvolvimento e em diferentes regiões do planeta, porém são raros os estudos com a espécie *E. imbricata* e ainda mais raros os realizados no litoral brasileiro. Os principais objetivos deste estudo foram identificar a distribuição de elementos traços nos tecidos das espécies *E. imbricata* e *C. mydas* encontradas em Arembepe; medir a concentração dos elementos traços nos rins, fígado e ossos e comparar os resultados entre as espécies estudadas.

Materiais e Métodos:

Amostras:

No período de janeiro de 2010 a julho 2011 foram realizadas necropsias de 26 tartarugas das espécies *E. imbricata* (n=16) e *C. mydas* (n=10), encontradas encalhadas nas praias de Arembepe, município de Camaçari, pela equipe de monitoramento do Projeto Tamar/ICMBio. As tartarugas necropsiadas neste estudo apresentavam óbito recente ou vieram a óbito durante o tratamento no Setor Veterinário do Projeto Tamar, situado na Praia do Forte, município de Mata de São João (Figura 1)

O ambiente marinho ao qual estão submetidas as espécies de tartarugas avaliadas neste estudo apresenta uma série de impactos antropogênicos a exemplo da desembocadura de vários rios com diferentes níveis de poluição, a existência de um emissário submarino destinado aos efluentes tratados provenientes do Pólo Industrial de Camaçari e o recebimento dos efluentes da área urbana de Arembepe (GIOVANELLI, 2009).



Figura 1: Mapa ilustrativo do Litoral Norte da Bahia, com as bases do Projeto TAMAR.

As tartarugas foram identificadas por espécie e procedeu-se a coleta de dados biométricos, avaliação do estado corporal e sexagem. O método de medição foi feito de acordo com o sugerido por BOLTEN (2000) e o estado corporal foi classificado em caquético, ruim, regular e bom, de acordo com a rotina de avaliação clínica dos animais utilizada no Setor Veterinário do Projeto Tamar.

Na necropsia, foram coletadas amostras de tecidos (fígado, rins e osso- úmero) dos espécimes, as quais foram armazenadas em sacos plásticos do tipo “ziplock” e

congeladas em freezer a -20° até o momento das análises. Complementar a coleta de tecidos foi investigado a presença de resíduo antropogênico no trato digestório das tartarugas.

Análises dos elementos traço:

Os tecidos foram secos utilizando liofilizador por 24 horas e moídos, para posterior pesagem.

Devido à quantidade insuficiente de alguns tecidos de *E. imbricata* após a pesagem, decidiu-se fazer um pareamento aleatório e homogeneização dos mesmos, gerando um total de oito amostras para esta espécie. Para a espécie *C. mydas* foi possível a utilização individual das amostras dos 10 espécimes coletados.

Foram utilizados aproximadamente 0,25 g das amostras, depois de submetidas a procedimentos de secagem e moagem, sendo em seguida digeridas em tubo de Teflon® com 3,5 mL de HNO₃ + 3,5 mL de água ultra pura + 1,0 mL de H₂O₂ a 30% em forno microonda com cavidade (Microwave Digestion Labstation - ETHOS EZ – Milestone) por 58 min, com o programa de aquecimento descrito na tabela 01. Após resfriamento, os digeridos foram diluídos para 20 mL com água ultrapura.

Tabela 01. Programa de aquecimento para o procedimento de digestão assistida por microondas em forno com cavidade Ethos EZ

Etapa	Tempo (min)	P_{máx} (W)	T (°C)	P (bar)
1	6	750	90	35
2	4	750	90	35
3	8	1000	180	35
4	15	1000	180	35
Ventilação	20	-	-	-

Foram determinados 22 elementos químicos (Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, V, Zn) empregando as técnicas ICP OES

(Vista Pro, Varian, Austrália) e ICP-MS (X Series 2, Thermo Electron Corporation, Alemanha).

Todos os valores de concentração são expressos em $\mu\text{g.g}^{-1}$ baseados no peso seco das amostras. Os limites de quantificação dos métodos foram obtidos a partir de cálculos utilizados com as amostras padrão dos brancos.

A acurácia do método foi realizada utilizando material de referência certificado TORT-2 (National Research Council Canadá). Todos os elementos apresentaram variação de 83 a 119% de recuperação (Tabela 02).

Tabela 02: Valores observados e certificados da concentração ($\mu\text{g.g}^{-1}$) de elementos em TORT-2 (material certificado de hepatopancreas de lagosta). Os valores observados foram obtidos a partir da média das triplicatas.

Elemento	Valor observado	Valor certificado	Recuperação (%)
As	18,38±0,89	21,6±1,8	85
Cd	24,06±0,39	26,7±0,6	90
Co	0,6±0,02	0,51±0,09	118
Cr	0,92±0,09	0,77±0,15	119
Cu	95,02±4,89	106±10	90
Fe	97,18±3,95	106±13	92
Mn	13,18±0,25	13,6±1,2	97
Hg	0,30±0,07	0,27±0,06	111
Ni	2,52±0,18	2,5±0,19	101
Pb	0,29±0,02	0,35±0,13	83
Se	5,18±1,88	5,63±0,67	92
Sr	37,4±3,26	45,2±1,19	83
V	1,85±0,2	1,64±0,19	113
Zn	181,74±2,79	180±6	101

Análises estatísticas.

O teste de Análise de Variância Não Paramétrica de Kruscal-Wallis foi utilizado para avaliar a presença de diferença significativa entre os resultados de concentração entre as espécies.

Resultados:

Concentrações de elementos traço foram identificadas no fígado, rins e ossos de tartarugas marinhas das espécies *C. mydas* e *E. imbricata* nas determinações empregando ICP OES e ICP MS, como mostra a tabela 03. Os resultados da biometria, sexagem, avaliação corporal dos espécimes e da presença de resíduos no trato digestório são mostrados na tabela 04.

Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) na acumulação de elementos traço entre as espécies para Al, Co, Mo, Na, Se no fígado; Al, Cr, Cu, K, Mo, Ni, Pb, Sr, V no rim; e Al, Ba, Ca, Cd, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V no osso.

Todos os animais foram classificados como juvenis, de acordo com o seu comprimento curvilíneo de carapaça. Em razão dos espécimes estudados apresentarem na biometria valores muito próximos, sugerindo que eram animais de mesma fase de vida, não foram realizado estudos sobre esta variável.

Ao exame clínico, 73% (19/26) tartarugas marinhas foram classificadas como caquéticas, e durante realização da necropsia, foi observado que 80,7% (21/26) apresentaram algum tipo de resíduo antropogênico no seu trato digestório. Analisando separadamente as espécies para os resultados de ingestão de resíduos, observamos que 100% (10/10) das *C. mydas* tinham material antropogênico no seu trato digestório.

Tabela 03: Concentração de elementos traço (média ± desvio padrão e variação em $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ em peso seco) em *E. imbricata* e *C. mydas* em Arembepe, Brasil.

	As	Al	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
Fígado	n=10	n=5	n=0	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10
<i>C. mydas</i>	29,81±26,52 2,86--87,96	20,18 ± 21,68 6,9--58,37	lq>	971 ± 913 103--2899	18,84 ± 10,62 8,48—40,01	1,04±0,5 0,52--2,00	0,60±0,58 0,24--2,15	36,74±9,32 21,62--51,57	4542 ± 2783 573—10013
<i>E. imbricata</i>	n=8 30,28±11,81 16,35--46,86	n=8 85,49 ± 57,69 24,93--206,51	n=0 lq>	n=7 396 ± 229 158--574	n=8 20,12 ± 5,43 12,77—29,71	n=8 1,92±0,92 0,84--3,55	n=8 0,68±0,37 0,36--1,18	n=8 21,84±9,15 10,16--35,43	n=8 5566 ± 1441 4207—7892
Rins	n=10	n=10	n=0	n=7	n=10	n=8	n=10	n=10	n=10
<i>C. mydas</i>	1205 ± 1054 578—4127	69,59 ± 57,70 13,81--179	lq>	2349 ± 1874 988--6470	54,52 ± 21,24 24,95—93,65	4,44±2,34 1,61--8,54	1,55±0,59 0,75--2,74	13,64±6,53 6,72--27,36	435 ± 232 74,1--- 630
<i>E. imbricata</i>	n=8 1271±480 811—2358	n=6 318 ± 99,8 148--459	n=0 lq>	n=8 804 ± 321 488--1420	n=8 76,24 ± 38,1 15,47—123,94	n=8 2,01±1,12 0,53--3,79	n=8 0,90±0,21 0,64--1,21	n=8 7,03±2,95 3,02--11,28	n=8 309 ± 145 126—481
Osso	n=10	n=0	n=10	n=10	n=0	n=10	n=8	n=10	n=10
<i>C. mydas</i>	7244±667 6395--8326	lq>	148±68,87 30,77—256	4768 ± 88,38 4656--4916	lq>	0,53±0,27 0,21--0,97	1,01±0,81 0,15--2,34	1,26±1,37 0,19--3,91	44,67±33,64 6,73—108
<i>E. imbricata</i>	n=8 7006±421 6511--7572	n=8 73,19 ± 22,63 43,76--107	n=8 70,98±21,46 39,25—112	n=8 32942 ± 348 32440---33458	n=8 0,56 ± 0,63 0,17—2,03	n=8 0,38±0,09 0,25--0,50	n=8 0,65±0,45 0,18--1,43	n=6 0,73±0,73 0,14--2,00	n=7 41,46 ± 17,77 12,31—67,13

Continuação tabela 03

	Hg	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se
Fígado	n=9	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=8	n=9	n=9	n=9
<i>C. mydas</i>	1,34±0,61 0,63—2,59	7130 ± 1314 5404—9402	1043 ± 920 375—3358	8,73±2,45 6,00—14,09	1,09±0,31 0,59--1,71	7929 ± 1246 6074—10592	0,79±0,34 0,19--1,28	0,53±0,45 0,18--1,58	0,08±0,1 0,01--0,32	16,84±7,83 7,96--30,02
<i>E. imbricata</i>	n=8 1,36±0,61 0,72--2,25	n=8 8302 ± 658 7530—9339	n=8 1010 ± 251 606—1343	n=8 7,97±1,69 5,35--9,94	n=8 0,62±0,26 0,29--1,04	n=8 9552 ± 1449 7704—11715	n=8 0,75±0,39 0,41--1,66	n=8 0,27±0,19 0,08--0,62	n=8 0,08±0,15 0,01--0,44	n=7 29,52±4,85 19,12--33,48
Rins	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=10	n=9	n=8	n=10
<i>C. mydas</i>	0,36±0,14 0,12—0,60	7653 ± 1021 5483—9107	1205 ± 1054 578—4127	6,05±2,81 2,68--12,10	0,70±0,32 0,44--1,22	9418 ± 926 7865—11066	1,92±1,41 0,63--5,21	0,15±0,14 0,03--0,48	0,05±0,02 0,02--0,07	13,38±6,28 6,75--27,51
<i>E. imbricata</i>	n=8 0,57±0,42 0,18--1,52	n=8 11517 ± 1549 9737—14923	n=8 1271 ± 480 811—2358	n=8 5,28±1,88 3,24--8,61	n=8 0,31±0,11 0,16--0,47	n=8 9699 ± 2164 6393—12760	n=8 0,72±0,39 0,22--1,15	n=5 0,07±0,09 0,02--0,24	n=4 0,11±0,10 0,01--0,23	n=8 11,04±1,88 8,61--13,36
Osso	n=0	n=10	n=10	n=10	n=6	n=10	n=10	n=10	n=0	n=8
<i>C. mydas</i>	lq>	3566 ± 1464 1974—6840	7244 ± 667 6395—8326	4,68±1,63 2,64--7,50	0,49±0,77 0,03--2,04	5032 ± 615 3892—5902	3,52±1,43 1,94--6,76	0,98±0,61 0,48--2,09	lq>	2,97±0,45 2,35--3,73
<i>E. imbricata</i>	n=0 lq> n=9	n=8 2748 ± 761 1456—3800	n=8 7006 ± 421 6511—7572	n=8 7,10±2,12 5,25--11,18	n=7 0,09±0,07 0,005--0,21	n=8 5387 ± 462 4675—6097	n=8 1,71±0,3 1,48--2,42	n=7 0,64±0,48 0,27--1,52	n=0 lq>	n=8 1,65±0,41 1,07--2,19

Continuação tabela 03

	Sr	V	Zn
Fígado	n=10	n=9	n=10
<i>C. mydas</i>	11,89±4,69 5,32--16,93	3,22±5,57 0,43--17,82	132±22,3 116—168
<i>E. imbricata</i>	n=8 11,30±4,83 4,72--20,55	n=8 3,02±5,41 0,48--15,97	n=8 144 ±21,01 108—184
Rins	n=10	n=10	n=10
<i>C. mydas</i>	11,51±5,42 7,73--23,96	4,00±2,44 1,58--8,79	151±21 126—205
<i>E. imbricata</i>	n=8 5,14±2,34 3,10--10,11	n=8 1,13±1,18 0,46--3,98	n=8 121±30,25 79,12—164
Osso	n=10	n=0	n=10
<i>C. mydas</i>	1152±318 637--1495	lq>	196±34,4 156—254
<i>E. imbricata</i>	n=8 772±59,74 683--855	n=7 0,85±0,39 0,35--1,64	n=8 215±17,8 194—238

Tabela 04: Identificação das espécies de tartarugas marinhas *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas* analisadas, sexagem, biometria, peso, estado corporal e presença de resíduos no trato digestório.

Espécie	Sexo	CCC* (cm)	Peso (Kg)	Estado Corporal	Presença de resíduo
<i>E. imbricata</i> (n=16)					
1	Fêmea	33,4	2,77	caquético	-
2	Macho	34,4	2,51	caquético	-
3	Fêmea	30	1,55	caquético	-
4	Fêmea	34,6	2,78	caquético	+
5	Fêmea	32,7	3,02	ruim	-
6	Macho	35,7	3,34	ruim	+
7	Fêmea	37	3,40	ruim	+
8	Macho	31,2	2,09	caquético	+
9	Fêmea	30,9	2,17	ruim	+
10	Macho	36,3	2,92	caquético	+
11	Macho	29	1,75	caquético	+
12	Fêmea	33,3	2,68	caquético	+
13	Fêmea	34,6	2,39	caquético	-
14	Fêmea	34,5	3,24	caquético	+
15	Fêmea	33,8	2,52	caquético	+
16	Macho	36,6	2,81	caquético	+
		Média=33,6 ± 2,36	Média=2,62 ± 0,54		Positivos= 11
<i>C. mydas</i> (n=10)					
1	Fêmea	33,3	3,25	regular	+
2	Fêmea	32,8	2,45	caquético	+
3	Fêmea	36,8	4,66	caquético	+
4	Fêmea	35,5	2,96	caquético	+
5	Fêmea	36,5	3,91	ruim	+
6	Macho	32,6	2,52	caquético	+
7	Fêmea	39,3	3,41	caquético	+
8	Macho	39,6	5,29	ruim	+
9	Fêmea	30,8	2,02	caquético	+
10	Fêmea	38,7	4,02	caquético	+
		Média=35,6 ± 3,1)	Média=3,45 ±1,03		Positivos= 10

*ccc= comprimento curvilíneo de carapaça

Tabela 05: resultado da Análise de Variância Não Paramétrica de Kruskal-Wallis entre *C. mydas* e *E. imbricata* para os diferentes elementos traço nos tecidos.

	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Valor de p<0,05
Fígado			
Al	5.700	14.250	0,0006
Co	6.950	12.68750	0.0233
Mo	12.70	5.50	0.0045
Na	6.8000	12.8750	0.0164
Se	7.05000	12.56250	0.0293
Rins			
Al	6.6000	13.1250	0.0100
Cr	12.500	5.750	0.0077
Cu	12.30	6.00	0.0129
K	5.50	14.50	0.0004
Mo	13.300	4.750	0.0007
Ni	12.6000	5.6250	0.0058
Pb	11.85000	6.56250	0.0354
Sr	12.8000	5.3750	0.0034
V	12.900	5.250	0.0025
Ossos			
Al	5.50	14.50	0.0001
Ba	12.4000	5.8750	0.0100
Ca	5.50	14.50	0.0004
Cd	5.50	14.50	0.0001
Mn	6.900	12.750	0.0208
Ni	13.2000	4.8750	0.0010
Pb	11.95000	6.43750	0.0293
Se	11.90	6.50	0.0329
Sr	11.90	6.50	0.0330
V	6.0000	13.8750	0.0004

Discussão:

Neste estudo, todos os 22 elementos traços testados foram encontrados em um ou mais dos tecidos avaliados. A distribuição dos elementos traços no fígado, rins e osso foram similares entre as espécies *E. imbricata* e *C. mydas*, o que corrobora a observação feita por Anan et al. (2001), que, embora as concentrações possam aparecer em níveis significativamente diferentes nestas duas espécies, os elementos traço tendem a mostrar um organotropismo proporcionalmente semelhante. As concentrações de Al, Cd e V, nos ossos foram possíveis de determinar apenas na espécie *E. imbricata*, sendo que na espécie *C. mydas* estes elementos ficaram abaixo do limite mínimo de quantificação do método neste tecido. A escassez de estudos sobre a concentração de elementos traço em ossos na espécie *E. imbricata* dificulta a interpretação deste resultado.

Foram registradas diferenças significativas entre as concentrações de alguns elementos traço em alguns dos tecidos analisados nas duas espécies (Tabela 05). A discussão sobre estas diferenças deveriam ser subsidiadas por dados sobre origem migratória e níveis de exposição aos elementos traço nos ambientes percorridos ao longo do período de vida, tendo em vista que na região de Arembepé, ambas as espécies estão expostas ao mesmo nível de contaminação ambiental. É possível que, no caso das espécies estudadas, o hábito alimentar tenha influência no surgimento das diferenças de concentração de elementos traços detectadas, considerando que a espécie *E. imbricata* se alimenta basicamente de esponjas (MEYLAN, 1988), ao passo que a espécie *C. mydas* alimenta-se de algas (BJORNDAL, 1997). Segundo, Araújo et al, (2003) as esponjas tendem a acumular elementos traço, porém é necessária a realização de estudos comparativos sobre a acumulação de elementos traço em esponjas em áreas com e sem poluição e mensurar se o teor de contaminantes é consequência de um ambiente poluído ou um processo de bioacumulação resultante do metabolismo das espécies de esponjas estudadas. Os autores avaliaram a concentração de elementos traço em uma região com pouca ação antrópica com o objetivo de mensurar a bioacumulação resultante do metabolismo das esponjas, e relataram que estes animais apresentam baixas concentrações de Al, Si, Ti, Mn, Fe, Zr e altas concentrações de Sr e Ca. Até o momento não existem dados sobre a concentração de elementos traço em esponjas na área de abrangência do presente estudo, no entanto Shibuya et al, (2011) analisando a presença de elementos traço em algas na região da Praia do Forte, próxima à área deste estudo, relataram altas concentrações de Al, Na, Ni e V.

A distribuição e concentração de elementos traço nas espécies de tartarugas marinhas são relatadas em diversas partes do mundo (ANAN et al, 2001.; LAM et al, 2004.; STORELLI et al, 2008; BARBIERI 2009a). Divergências entre aos valores de concentração de elementos encontrados na literatura são esperadas, e decorrem provavelmente de variações quanto às espécies, populações, estágio de vida, área e fonte de alimentação, bem como, concentração de elementos traços de origem natural ou antropogênica no ambiente estudado (BARBIERI, 2009a).

Altas concentrações de Al foram encontradas em ambas as espécies estudadas, sendo que a espécie *E. imbricata* apresentou concentrações significativamente maiores em todos os tecidos, sugerindo ser uma característica desta espécie a acumulação deste

elemento, seja em virtude do hábito alimentar ou de fundo metabólico. Dados mais específicos sobre a concentração desse e de outros elementos traços em algas e esponjas na área de estudo poderiam colaborar para a correta interpretação destes resultados.

Segundo Anan et al. (2001), as diferenças nas concentrações de elementos traço não podem ser atribuídas apenas ao hábito alimentar característico de cada espécie de tartaruga marinha. Os autores defendem a realização de estudos que abranjam as diferentes fases de vida dos animais de forma a mensurar a transferência trófica dos elementos e avaliar as influências do desenvolvimento corpóreo e da mudança dos hábitos alimentares na acumulação desses elementos no organismo das tartarugas marinhas.

O valor médio encontrado de cádmio nas *C. mydas* foi de $18,84 \mu\text{g.g}^{-1}$ e $54,52 \mu\text{g.g}^{-1}$ para fígado e rins, respectivamente enquanto que nos ossos os valores ficaram abaixo do limite de quantificação do método. O valor encontrado no fígado é similar ao relatado por Anan et al (2001), enquanto que nos rins este mesmo autor encontrou valores maiores. Quando comparado a outros estudos, observamos que é um dos maiores valores encontrado (Tabela 06). Já para a espécie *E. imbricata*, os valores encontrados no fígado são bem maiores que o relatado pelo autor, ao passo que os valores nos rins foram semelhantes. O cádmio é extremamente tóxico para animais marinhos como peixes e camarões (BARBIERI, 2007; BARBIERI 2009b), no entanto, Tan et al (2010) observaram que cultivos de células in vitro de *C. mydas* são mais tolerantes a toxicidade do cádmio do que cultivos de células de peixes e humanos, sugerindo que esta espécie seja mais resistente.

Em geral, as concentrações de Zn foram similares as encontradas em outros estudos, com exceção dos valores registrados por Storelli et al (2008) os quais apresentaram concentrações inferiores às relatadas em outros estudos (Tabela 05). No presente estudo os valores encontrados para Cu no fígado foram inferiores aos encontrados em estudos realizados na Ásia (ANAN et al 2001; LAM et al, 2004). Segundo Maffucci et al (2005), tanto zinco quanto cobre são regulados por processos homeostáticos, mantendo o equilíbrio entre as necessidades metabólicas e prevenção contra efeitos tóxicos de outros elementos, não sendo considerados tóxicos para as tartarugas marinhas nas concentrações encontradas.

As concentrações de mercúrio foram elevadas em comparação com os demais estudos, exceto nos rins da espécie *E. imbricata* (Tabela 06). No tecido ósseo das duas espécies, este metal apresentou-se abaixo do limite de quantificação do método. Bezerra et al, (2012) analisou a concentração deste metal em fragmentos de carapaça de *C. mydas* no litoral do Ceará, Brasil e encontrou valores inferiores, (média de 154,8 ng.g⁻¹) aos encontrados no presente estudo e a outros estudos com esta mesma espécie, levando os autores a sugerirem que os espécimes estudados tiveram uma menor exposição a mercúrio. Storelli et al, (1998) também encontraram valores menores do que o esperado para a espécie de tartaruga marinha *Caretta caretta*, considerando que esta espécie se alimenta basicamente de moluscos e crustáceos. Os autores comentam que outras espécies marinhas, em posição similar na cadeia trófica, apresentam níveis mais elevados de mercúrio. De acordo com Lam et al. (2004) o mercúrio deve ser monitorado no ambiente em virtude de sua elevada toxicidade sobre os sistemas nervoso e imune.

As maiores concentrações de chumbo foram encontradas nos ossos de ambas as espécies, ratificando estudo feito por Sakai et al. (2000) onde é sugerido que este elemento se acumula principalmente nos ossos e na carapaça das tartarugas marinhas. No entanto, no presente estudo este elemento foi encontrado distribuído nos demais tecidos estudados, sendo que a concentração no fígado das *C. mydas* foi seis vezes maior que a encontrada por Barbieri (2009a) no litoral de São Paulo, sugerindo que em Arembepe estas espécies foram expostas a elevadas concentrações deste metal em tempo recente. A toxicidade do chumbo e seus compostos podem provocar anemia, a depressão do sistema imune e o surgimento de neoplasias (BEYERSMANN e HARTWIG, 2008). Barbieri (2009) ressalta que para animais marinhos, e especialmente quanto às tartarugas marinhas, o chumbo representa elevado risco à saúde, em vista da grande quantidade deste metal depositada nos oceanos e sua característica cumulativa nos tecidos dos animais.

Tabela 06: Médias de concentração de elementos traço ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ peso seco) em tecidos de *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas* em diferentes estudos.
 NA= não analisado Lq= limite de quantificação

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	Referência
Fígado									
<i>C. mydas</i>									
	18,84 ± 10,62	0,60 ± 0,58	36,74 ± 9,32	1,34 ± 0,61	0,79 ± 0,34	0,53 ± 0,45	16,84±7,83	132 ± 22	Estudo presente
	18,2 ± 9,7	2,2 ± 0,6	139 ± 86	0,42 ± 0,19	NA	0,51 ± 0,41	5,1 ± 2,3	87,2 ± 30,6	Anan et al, 2001
	1,09 ± 0,99	Lq>	133 ± 148,6	0,78 ± 0,19	0,27 ± 0,25	0,15 ± 0,04	25,65 ± 28,6	128,9 ± 63,9	Lam et al, 2004
	4,26 ± 3,02	NA	32,75 ± 16,42	NA	NA	NA	NA	34,53 ± 13,36	Storelli et al, 2008
	0,279 ± 0,14	NA	20,7 ± 2,46	NA	0,13 ± 0,04	0,06	NA	NA	Barbieri, 2009
<i>E. imbricata</i>									
	20,12 ± 5,43	0,68 ± 0,37	21,84 ± 9,15	1,36 ± 0,61	0,75 ± 0,39	0,27 ± 0,19	29,52 ± 4,85	144 ± 21	Estudo presente
	7,05 ± 6,37	0,85 ± 0,68	54,9 ± 116	0,87 ± 1,87	NA	0,17 ± 0,13	49 ± 37	109 ± 54	Anan et al, 2001
Rim									
<i>C. mydas</i>									
	54,52 ± 21,24	1,55 ± 0,59	13,64 ± 6,53	0,36 ± 0,14	1,92 ± 1,41	0,15 ± 0,14	13,38 ± 6,28	151 ± 21	Estudo presente
	142 ± 64	2,2 ± 0,7	8,27 ± 4,06	0,30 ± 0,14	NA	0,81 ± 0,56	5,3 ± 2,4	169 ± 61	Anan et al, 2001
	2,49 ± 1,74	1,06 ± 0,4	15,2 ± 7,22	0,34 ± 0,04	0,20 ± 0,12	0,31 ± 0,19	5,89 ± 1,25	143 ± 12	Lam et al, 2004
	5,06 ± 2,23	NA	8,20 ± 4,20	NA	NA	NA	NA	26,39 ± 10,51	Storelli et al, 2008
	1,00 ± 0,32	NA	12,55 ± 1,04	NA	0,09 ± 0,01	0,17	NA	NA	Barbieri, 2009
<i>E.imbricata</i>									
	76,24 ± 38,10	0,90 ± 0,21	7,03 ± 2,95	0,57 ± 0,42	0,72 ± 0,39	0,07 ± 0,09	11,04 ± 1,88	121 ± 30	Estudo presente
	93,7 ± 76,3	1,6 ± 0,8	7,04 ± 2,79	1,3 ± 1,2	NA	0,27 ± 0,24	28 ± 19	120 ± 32	Anan et al, 2001
Osso									
<i>C. mydas</i>									
	lq>	1,01±0,81	1,26±1,37	lq>	3,52±1,43	0,98±0,61	2,97±0,45	196±34	Estudo presente
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Anan et al, 2001
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Lam et al, 2004
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Storelli et al, 2008
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Barbieri, 2009
<i>E.imbricata</i>									
	0,56 ± 0,63	0,65±0,45	0,73±0,73	lq>	1,71±0,3	0,64±0,48	1,65±0,41	215±18	Estudo presente
	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	Anan et al, 2001

Embora não tenha sido objeto deste estudo a avaliação do impacto dos elementos traço sobre o sistema imune das tartarugas marinhas, é importante registrar que 76% (19/26) dos animais amostrados apresentavam estado corporal caquético. No entanto não foi avaliada uma possível causa infecciosa. Segundo Macedo et al (2011), animais com estado corpóreo debilitado e capacidade de natação reduzida tendem a ingerir resíduos antropogênicos a exemplo de materiais plásticos. No presente estudo, 80,7% (21/26) das tartarugas marinhas necropsiadas apresentavam resíduos antropogênicos no trato digestório.

O registro de diversos elementos traços no fígado, rins e osso das espécies *E. imbricata* e *C. mydas* na região de Arembepe expõem outras questões que necessitam ser respondidas em futuros estudos que analisem a concentração desses elementos no ambiente e nos itens das dietas alimentares, bem como seus possíveis impactos deletérios à saúde e, conseqüentemente, à sobrevivência dessas espécies em longo prazo.

Agradecimentos:

Projeto Tamar/ ICMBio; Fundação Pró-Tamar; CNPq; FAPESB e Petrobrás.

Referências:

ALMEIDA, A.P.; SANTOS, A.J.B.; THOMÉ, J.C.A.; BELINI, C.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M.A.; SANTOS, A.S.S. & LOPEZ, M.. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1: p.12-19, 2011a.

ANAN, Y., KUNITO, T., WATANABE, I., SAKAI, H., TANABE, S.. Trace element accumulation in hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) and green turtle (*Chelonia*

mydas) from Yaeyama Islands, Japan. *Environmental Toxicology and Chemistry* v.20, p.2802–2814, 2001.

ARAÚJO, M. F.; CONCEIÇÃO, A.; BARCOSA, T.; LOPES, M.T.; HUMANES, M.. Elemental composition of marine sponges from the Berlengas natural park, western Portuguese coast. *X-Ray Spectrom.* v.32, p 428–433, 2003.

BARBIERI, E. Use of oxygen consumption and ammonium excretion to evaluate the sublethal toxicity of cadmium and zinc on *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea). **Wat. Environ. Res.**, v. 79, n. 5, p. 123-129, 2007.

BARBIERE, E. Concentration Of Heavy Metals In Tissues Of Green Turtles (*Chelonia Mydas*) Sampled In The Cananéia Estuary, Brazil. *Brazilian Journal Of Oceanography*, v.57(3), p.243-248, 2009a

BARBIERI, E. Effects of zinc and cadmium on oxygen consumption and ammonium excretion in pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967, Crustacea). **Ecotoxicology**, v. 18, n. 3, p.312-318, 2009b

BEZERRA, M.F.; LACERDA, L.D.; COSTA, B.G.B.; LIMA, E.H.S.M. Mercury in the sea turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1958) from Ceará coast, NE Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, v. 84 (1), p 1-4, 2012.

BJORNDAL K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. In Lutz PL, Musick JA, eds, *The Biology of Sea Turtles*. CRC, Boca Raton, FL, USA, pp 199–231.

BJORNDAL, K. A. Prioridad em la pesquisa em áreas de alimentación. In. ECKERT, Karen, L. et al. **Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas**. Tradução do inglês por Raquel Briseño- Dueñas.et.al. Pennsylvania: IUCN/CSE, 2000.p. 12-14. (IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group).

BOLTEN, A. B. . **Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas**. Tradução do inglês por Raquel Briseño-Dueñas.et.al. Pennsylvania: IUCN/CSE, 2000.p. 12-14. (IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group).

COLBORN, T.. Clues from wildlife to create an assay for thyroid system disruption. **Environ. Health Perspect.** v.110 (Suppl. 3), p.363–367, 2002.

DE GUISE, S., BECKMEN, K.B., HOLLADAY, S.D.. Contaminants and marine mammals immunotoxicology and pathology. In: Vos, J.G., Bossart, G.D., Fournier, M., O’Shea, T.J. (Eds.), **Toxicology of Marine Mammals**. Taylor and Francis, London, p. 38–54, 2003.

FRANSON, J.C.. Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl. In: Beyer, W.N., Heinz, G.H., Redmon-Norwood, A.W. (Eds.), **Environmental Contaminants in Wildlife**. Interpreting Tissue Concentrations. CRC, Lewis Publishers, Boca Raton, p. 265–279, 1996.

GIOVANELI, J.G.R; **Diagnóstico dos aspectos naturais para subsidiar a proposta de criação do Refúgio de Vida Silvestre de Arembepe, Camaçari, Bahia, Brasil**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, p.30. 2009.

HAMANN, M.; GODFREY, M. H.; SEMINOFF, J. A.; ARTHUR, K.; BARATA, P.C. R.; BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; BRODERICK, A. C.; CAMPBELL, L. M.; CARRERAS, C.; CASALE, P.; CHALOUPKA, M.; CHAN, S. K. F.; COYNE, M. S.; CROWDER, L. B.; DIEZ, C. E.; DUTTON, P. H.; EPPERLY, S. P.; FITZSIMMONS, N. N.; FORMIA, A.; GIRONDOT, M.; HAYS, G. C.; IJUNN, C.; KASKA, Y.; LEWISON, R.; MORTIMER, J. A.; NICHOLS, W. J.; REINA, R. D.; SHANKER, K.; SPOTILA, J. R.; TOMÁS, J.; WALLACE, B. P.; WORK, T. M.; ZBINDEN, J. & GODLEY, B. J. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. **Endangered Species Research**, v.11, p. 245-269, 2010.

ISLAM, S.; TANAKA.M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* v.48, p. 624–649, 2004.

IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **04 November 2011**.

LAW, R.J.. Metals in marine mammals. In: Beyer, W.N., Heinz, G.H., Redmon-Norwood, A.W. (Eds.), **Environmental Contaminants in Wildlife**. Interpreting Tissue Concentrations. CRC, Lewis Publishers, Boca Raton, p. 357–376, 1996.

MACEDO, G.R.; PIRES, T.T.; ROSTAN, G.; GOLDBERG, D.W.; LEAL, D.C.; GARCEZ NETO, A.F.; FRANKE, C.R. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria v.41 n.1, p.1938-1943, 2011.

MAFFUCCI, F., CAURANT, F., BUSTAMANTE, P., BENTIVEGNA, F., Trace element (Cd, Cu, Hg, Se, Zn) accumulation and tissue distribution in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the Western Mediterranean Sea (southern Italy). **Chemosphere** 58, 535–542. 2005

MARCOVALDI, M. A.; MARCOVALDI, G. G.; Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological Conservation**, v. 93, p. 35-41, 1999.

MARCOVALDI, M.A.; LOPEZ, G.G.; SOARES, L.S.; SANDOS, A.J.B.; BELLINI, A.; SANTOS, A.S.S., LOPEZ, M.. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1, p. 20-27, 2011.

MEYLAN, A.. Spongivory in Hawksbill Turtles: A Diet of Glass. **Science**. v. 239 no. 4838 p. 393-395, 1988.

PEAKALL, D.B.. Disrupted patterns of behaviour in natural populations as index of ecotoxicity. **Environ. Health Perspect.** v.104 (Suppl. 2),p. 331–335, 1996.

REIJNDERS, P.J.H.. Reproductive and developmental effects of environmental organochlorines on marine mammals. In: Vos, J.G., Bossart, G.D., Fournier, M., O'Shea, T.J. (Eds.), **Toxicology of Marine Mammals**. Taylor and Francis, London, p. 55–66, 2003.

SHIBUYA, E.K.; OLIVEIRA, E.C.; ABREU JUNIOR, C. H.; SOARES L.S.H.. **Metais Tóxicos E Nutrientes Em Macroalgas De Regiões Da Costa Brasileira Com Diferentes Níveis De Atividades Antrópicas**. V Simpósio Brasileiro de Oceanografia, Santos, SP, Brasil. 2011.

STORELLI, M.M.; CECI, E.; MARCOTRIGIANO, G.O.. Comparison of total mercury, methylmercury, and selenium in muscle tissues and in the liver of *Stenella coeruleoalba* (Meyen) and *Caretta caretta* (Linnaeus). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology** 61, 541–547. 1998

STORELLI, M.M.; BARONE, G.; STORELLI, A.; MARCOTRIGIANO, G.O.. Total and subcellular distribution of trace elements (Cd, Cu and Zn) in the liver and kidney of green turtles (*Chelonia mydas*) from the Mediterranean Sea. **Chemosphere** v.70, p. 908–913, 2008.

TAN, F.; WANG, M.; WANG, W.; AGUIRE, A.A.; LU, Y. Validation of an in vitro cytotoxicity test for four heavy metals using cell lines derived from a green sea turtle (*Chelonia mydas*). **Cell Biol Toxicol** v.26, p. 255–263, 2010.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os resultados deste trabalho, nas condições que foram realizadas permitem as seguintes considerações:

As tartarugas marinhas podem ser utilizadas como bioindicadores ambientais.

Cada elemento traço tende a se acumular em tecidos específicos de acordo com a concentração exposta ao animal.

Foram encontradas diferenças significativas entre concentrações de elementos traços nos tecidos das espécies *Eretmochelys imbricata* e *Chelonia mydas*, sugerindo particularidades entre a concentração destes elementos em cada espécie.

Novos estudos devem ser realizados na área de Arembepe, no tocante ao hábito alimentar das tartarugas marinhas nesta região, bem como análises de concentrações de elementos traço na água, sedimentos e nas espécies que servem de alimento para as tartarugas marinhas.

Referências Gerais:

ALMEIDA, A.P.; SANTOS, A.J.B.; THOMÉ, J.C.A.; BELINI, C.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M.A.; SANTOS, A.S.S. & LOPEZ, M.. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1: p.12-19, 2011a.

ALMEIDA, A.P.; THOMÉ, J.C.A.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M.A.; SANTOS, A.S.S. & LOPEZ, M. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1: p.37-44, 2011b.

ANAN, Y., KUNITO, T., WATANABE, I., SAKAI, H., TANABE, S.. Trace element accumulation in hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) and green turtle (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Japan. *Environmental Toxicology and Chemistry* v.20, p.2802–2814, 2001.

ANAN, Y.; KUNITO, T.; SAKAI, H.; TANABE, S. Subcellular distribution of trace elements in the liver of sea turtle. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 45, p. 224-229, 2002.

ARAÚJO, M. F.; CONCEIÇÃO, A.; BARCOSA, T.; LOPES, M.T.; HUMANES, M.. Elemental composition of marine sponges from the Berlengas natural park, western Portuguese coast. *X-Ray Spectrom.* v.32, p 428–433, 2003.

BALAZS, G.H., POOLEY, S.G. Research plan for marine turtle fibropapilloma. **NOAA Tech Mem**, NMFS-SWFSC-156, 1991.

BARBIERE, E. Concentration Of Heavy Metals In Tissues Of Green Turtles (*Chelonia Mydas*) Sampled In The Cananéia Estuary, Brazil. *Brazilian Journal Of Oceanography*, v.57(3), p.243-248, 2009

BECKER, J.S. Trace and ultratrace analysis in liquids by atomic spectrometry. **Trends in Analytical Chemistry**, v.24, p.243, 2005.

BEYERSMANN, D.; HARTWIG, A.. Carcinogenic metal compounds: recent insight into molecular and cellular mechanisms. **Arch Toxicol** v.82, p.493–512, 2008.

BEZERRA, M.F.; LACERDA, L.D.; COSTA, B.G.B.; LIMA, E.H.S.M. Mercury in the sea turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1958) from Ceará coast, NE Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 84 (1), p 1-4, 2012.

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

BJORNDAL, K. A. Prioridad em la pesquisa em áreas de alimentación. In. ECKERT, Karen, L. et al. **Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas**. Tradução do inglês por Raquel Briseño- Dueñas.et.al. Pennsylvania: IUCN/CSE, 2000.p. 12-14. (IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group).

BJORNDAL, K.A.; BOWEN, B.W.; CHALOUPKA, M.; CROWDER, L.B.; HEPPELL, S.S.; JONES, C.M.; LUTCAVAGE, M.E.; POLICANSKY, D.; SOLOW, A.R.; WITHERINGTON, B.E.. Better Science Needed for Restoration in the Gulf of Mexico. **Science.**, v.331, 2011.

BOLTEN, A. B.; BJORNDAL, K. A. **Experimental to evaluate gear modification on rates of sea turtle bycatch in the swordfish longline fishery in the azores – phase 4**. Flórida: Archie Carr Center for Sea Turtle Research, 2005. (Final Project Report (NA03NMF4540204) – 2).

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

CARR, A. Impact of Nondegradable Marine Debris on the Ecology and Survival Outlook of Sea Turtles. **Marine Pollution Bulletin**, v.18, n. 6B, p. 352-356, 1987.

CARUSO, J.A.; KLAUE, B.; MICHALKE, B.; ROCKE, D.M. Group assessment: elemental speciation. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.56, p.32-44, 2003.

CASTILHOS, J.C.; COELHO, C.A.; ARGOLO, J.F.; SANTOS, E.A.P.; MARCOVALDI, A.M.; SANTOS, A.S.S. & LOPEZ, M.. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1: p.28-36, 2011.

COLBORN, T.. Clues from wildlife to create an assay for thyroid system disruption. **Environ. Health Perspect.** v.110 (Suppl. 3), p.363–367, 2002.

DE GUISE, S., BECKMEN, K.B., HOLLADAY, S.D.. Contaminants and marine mammals immunotoxicology and pathology. In: Vos, J.G., Bossart, G.D., Fournier, M., O’Shea, T.J. (Eds.), **Toxicology of Marine Mammals**. Taylor and Francis, London, p. 38–54, 2003.

DUFFUS, J.H. “Heavy Metals”—A Meaningless Term?. **Pure Appl. Chem.**, v. 74, No. 5, p. 793–807, 2002.

FARRÉ, J. M. A.; FERNANDÉZ, A. L. **Informe preliminar del impacto del vertido del petrolero “Prestige” en tortugas y mamíferos marinos de las aguas gallegas**. Impreso en Vigo, Diciembre 2002.

FRANSON, J.C.. Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl. In: Beyer, W.N., Heinz, G.H., Redmon-Norwood, A.W. (Eds.), **Environmental Contaminants in Wildlife**. Interpreting Tissue Concentrations. CRC, Lewis Publishers, Boca Raton, p. 265–279, 1996.

FUNDAÇÃO PRÓ-TAMAR. **Assim nasceu o Projeto Tamar**. Salvador, 2000. 93p.

GALLO, B. M. G.; MACEDO, S.; GIFFONI, B. B.; BECKER, J. H.; BARATA, P. C. R. Sea Turtle Conservation in Ubatuba, Southeastern Brazil, a Feeding Area with Incidental Capture in Coastal Fisheries. **Chelonian Conservation and Biology**, Massachusetts, v.5, n.1, p.93–101, 2006.

GARCÍA-FERNADÉZ, A.J; GÓMEZ-RAMÍREZ, P.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, E.; HERNÁNDEZ-GARCÍA,A.; MARÍA-MOJICA, P.; ROMERO, D.; JIMÉNEZ, P.; CASTILLO, J. J.; BELLIDO, J.J.. Heavy metals in tissues from loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the southwestern Mediterranean (Spain). **Ecotoxicology and Environmental Safety** v.72, p. 557– 563, 2009.

GINÉ, M.F. **Espectrometria de massas com fonte de plasma (ICP-MS)**. Série Didática, vol 4, CENA, Piracicaba, p.8, 1999.

GODLEY BJ, THOMPSON DR, FURNESS RW.. Do heavy metal concentrations pose a threat to marine turtles from the Mediterranean Sea? **Marine Pollution Bulletin** v.38, p.497–502, 1999.

GRAMENTZ, D. Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the Central Mediterranean. **Marine Pollution Bulletin**, v.19, n. 1, p. 11-13, 1988.

HAMANN, M.; GODFREY, M. H.; SEMINOFF, J. A.; ARTHUR, K.; BARATA, P.C. R.; BJORNDAL, K. A.; BOLTEN, A. B.; BRODERICK, A. C.; CAMPBELL, L. M.; CARRERAS, C.; CASALE, P.; CHALOUPIKA, M.; CHAN, S. K. F.; COYNE, M. S.; CROWDER, L. B.; DIEZ, C. E.; DUTTON, P. H.; EPPERLY, S. P.; FITZSIMMONS, N. N.; FORMIA, A.; GIRONDOT, M.; HAYS, G. C.; IJUNN, C.; KASKA, Y.; LEWISON, R.; MORTIMER, J. A.; NICHOLS, W. J.; REINA, R. D.; SHANKER, K.; SPOTILA, J. R.; TOMÁS, J.; WALLACE, B. P.; WORK, T. M.; ZBINDEN, J. & GODLEY, B. J. Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. **Endangered Species Research**, v.11, p. 245-269, 2010.

HARRIS, DC. **Análise Química Quantitativa**. Tradução de Carlos Alberto da Silva Riehl, 5.ed., LTC, Rio de Janeiro, p. 529, 2005.

HERBST, L.H., KLEIN, P.A.. Green turtle fibropapillomatosis: challenges to assessing the role of environmental cofactors. **Environ. Health Perspect.** 103 (Suppl. 4), p. 27-30, 1995.

HUTCHINSON, J.; SIMMONDS, M. A review of the effects of pollution on marine turtles. **Greenpeace International**, p. 27, may 1991.

ISLAM, S.; TANAKA, M. Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin* v.48, p. 624–649, 2004.

IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on **04 November 2011**.

JOHNSON, S. A.; BJORN DAL, K. A.; BOL TEN, A. B. influence of organized turtle watches on loggerhead nesting behavior and hatchling production in florida, **IN SYMPOSIUM SEA TURTLE BIOLOGY AND CONSERVATION**, BJORN DAL, K. A.; BOL TEN, A. B.; JOHNSON, D. A.; ELIAZAR, P. J., Compilers, , Miami, Flórida, p. 64, 1995. (NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC 351)

KLIMA, E. F.; GITSCHLAG, G. R.; RENAUD, M. L. Impacts of the explosive removal of offshore petroleum platforms on sea turtles and dolphins. **Marine Fisheries Review**, v. 50, n. 3, p. 33-42. 1988.

LAM, J.C.W.; TANABE, S.; CHAN, S.K.F.; YUEN, E.K.W.; LAM, M.H.W.; LAM, P.K.S.. Trace element residues in tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) from South China Waters. **Marine Pollution Bulletin** v.48, p.164–192, 2004.

LAIST, D.W. Overview of the Biological Effects of Lost and Discarded Plastic Debris in the Marine Environment. **Marine Pollution Bulletin**. v. 18, n. 6B, p. 319-326, 1987.

LAW, R.J.,. Metals in marine mammals. In: Beyer, W.N., Heinz, G.H., Redmon-Norwood, A.W. (Eds.), **Environmental Contaminants in Wildlife**. Interpreting Tissue Concentrations. CRC, Lewis Publishers, Boca Raton, p. 357–376, 1996.

LIMA, E. H. S. M. Alguns dados sobre desovas de tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*) no litoral leste do Ceará, p.426. *In: Resumos do XXIV Congresso Brasileiro de Zoologia*. UNIVALI, 2002.

LUNA, A.S. **Química Analítica Ambiental**. Ed. UERJ, Rio de Janeiro, p.87, 2003.

LUTCAVAGE, M. E.; PLOTKIN, P.; WITHERINGTON, B.; LUTZ, P. Human impacts on sea turtle survival. In: LUTZ, P.L.; MUSICK, J.A. (Eds.) **The biology of sea turtle**. Boca Roston: CRC, v.1, p.387-409, 1996.

LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1996. 432 p. (Marine Science Series).

MACEDO, G.R.; PIRES, T.T.; ROSTAN.G.; GOLDBERG, D.W.; LEAL, D.C.; GARCEZ NETO, A.F.; FRANKE, C.R. Ingestão de resíduos antropogênicos por tartarugas marinhas no litoral norte do estado da Bahia, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria v.41 n.1, p.1938-1943, 2011.

MAFFUCCI, F.; CAURANT, F.; BUSTAMANTE, P.; BENTIVEGNA,F.. Trace element (Cd, Cu, Hg, Se, Zn) accumulation and tissue distribution in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the Western Mediterranean Sea (southern Italy). **Chemosphere** v.58, p. 535–542, 2005.

MARCOVALDI, M. A.; BAPTISTOTTE, C.; CASTILHOS, J.C. DE; GALLO, B.M.G.; LIMA, E.H.S.M.; SANCHES, T.M., VIEITAS, C.F. Activities by Project TAMAR in Brazilian sea turtle feeding grounds. **Marine Turtle Newsletter**, v.80, p.5-7, 1998.

MARCOVALDI, M. A.; MARCOVALDI, G. G.; Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological Conservation**, v. 93, p. 35-41, 1999.

MARCOVALDI, M. A.; PATIRI, V.; THOMÉ, J. C. Twenty-five years protecting brazilian sea turtles through a community-based conservation programme. **MAST**, Amsterdam, v. 3-4, n. 1-2, p. 39-62, 2005.

MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. G.; SOARES, L. S.; SANTOS, A. J. B.; BELLINI, C., BARATA, P. C. R. Fifteen years of Hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) Nesting in Northern Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v.6(2), p. 223-228, 2007

MARCOVALDI, M.A.; LOPEZ, G.G.; SOARES, L.S.; SANDOS, A.J.B.; BELLINI, A.; SANTOS, A.S.S., LOPEZ, M.. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1, p. 20-27, 2011.

MASCARENHAS, R., SANTOS, R.G.; SANTOS, A.S.; ZEPPELINI, D. 2004. Nesting of hawksbill turtles in Paraíba-Brazil: avoiding light pollution effects. **Marine Turtle Newsletter**, v.104, p. 1-3, 2004.

MATSUNAGA, H.; NAKANO, H.; KIYOTA, M.; MINAMI, H.; NOBETSU, T. Progress on the research for the solution of incidental catch of sharks, seabirds and sea turtles in Japanese tuna longline fishery. In: MEETING OF THE STANDING COMMITTEE ON TUNA AND BILLFISH, 17., 2004. [**Proceedings...**] Japão: National Research Institute of Far Seas Fisheries, 2004. 8 p.

MEYLAN, A.. Spongivory in Hawksbill Turtles: A Diet of Glass. **Science**. v. 239 no. 4838 p. 393-395, 1988.

MEYLAN, A. B.; MEYLAN P. A. Introducción in la evolución, historia de la vida, y biología de las tortugas marañas. In ECKERT, Karen, L. et al. **Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas**. Tradução do inglês por Raquel Briseño-Dueñas.et.al. Pennsylvania: IUCN/CSE, p. 3-6, 2000.

NAS. (1990). **DECLINE OF SEA TURTLES: CAUSES AND PREVENTION**. National Academy Press, Washington,D.C.

ORÓS, J.; TORRENT, A.; DÉNIZ, S. Diseases and causes of mortality among sea turtles stranded in the Canary Islands, Spain (1998-2001). **Diseases of aquatic organisms**, v. 63, p. 13-24, 2005.

PEAKALL, D.B.. Disrupted patterns of behaviour in natural populations as index of ecotoxicity. **Environ. Health Perspect.** v.104 (Suppl. 2),p. 331–335, 1996.

PEDROSA, L.W.; VERISSIMO, L. **Redução das Capturas Incidentais de Tartarugas Marinhas no Banco dos Abrolhos**. Relatório Final de Atividades – Parceria CBC/CI-Brasil –FY04, 2006. 233 p.

PERES, M.B.; DIAS, B.F.S. & VERCILLO, U.E. Avaliação do estado de conservação da fauna brasileira e a lista de espécies ameaçadas: O que significa? Qual sua importância? Como fazer? **Biodiversidade Brasileira**, v.1, p.45-48, 2011.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, p.699, 2003.

PRITCHARD, P. C. H. Evolution, phylogeny, and current status. In LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press, 1996. p. 1-28 (Marine Science Series).

PRITCHARD, P. C. H.; MORTIMER, J.A. Taxonomía, morfología externa, y identificación de las especies. In ECKERT, Karen, L. et al. **Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas**. Tradução do inglês por Raquel Briseño-Dueñas.et.al. Pennsylvania: IUCN/CSE, 2000. p. 21-40 (IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group).

READ, A. J. Do circle hooks reduce the mortality of sea turtles in pelagic longlines? A review of recent experiments. **Biological Conservation**, v.135, p.155-169, 2007.

REIJNDERS, P.J.H.. Reproductive and developmental effects of environmental organochlorines on marine mammals. In: Vos, J.G., Bossart, G.D., Fournier, M., O'Shea, T.J. (Eds.), **Toxicology of Marine Mammals**. Taylor and Francis, London, p. 55–66, 2003.

REISSER, J.; PROIETTI, M.; KINAS, P.; SAZIMA, I. 2008. Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss. **Endangered Species Research**, v.5(1),p. 73-82, 2008.

ROSALES, C.A.; VERA, M.; LLANOS, J.. Varamientos y captura incidental de tortugas marinas en el litoral de Tumbes, Perú. **Rev. peru. biol.** v.17(3),p. 293 – 301, 2010.

ROSINI, F.; MATOS, W. O.; SANTOS, M. C.; NÓBREGA, J. A. Resolução CONAMA Nº 357 e Técnicas Espectroanalíticas: Meios Adequados Aos Fins?. **Revista Analytica**, v.22 p. 74-85, 2006.

ROSMAN, I.; BOLAND, G. S.; MARTIN, L.; CHANDLER, C. **Underwater Sightings of Sea Turtles in the Northern Gulf of Mexico**. U.S. Department of the Interior, Minerals Management Service, Gulf of Mexico OCS Regional Office. p.37, 1987

SALES,G.; GIFFONI, B.B.; FIEDLER, F.N.; AZEVEDO, V.G.; KOTAS, J.E.; SWIMMER,Y.; BUGONI, L.. Circle hook effectiveness for the mitigation of sea turtle bycatch and capture of target species in a Brazilian pelagic longline fishery. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.** 2010

SALMON, M. Artificial night lighting and sea turtles. **Biologist**, v. 50, n.4, p. 163-168, 2003.

SAKAI H, SAEKI K, ICHIHASHI H, SUGANUMA H, TANABE S, TATSUKAWA R. Species-specific distribution of heavy metals in tissues and organs of loggerhead turtle (*Caretta caretta*) and green turtle (*Chelonia mydas*) from Japanese coastal waters. **Marine Pollution Bulletin** v.40, p.701–709, 2000.

SANCHES, T.M., BELLINI, C. Juvenile *Eretmochelys imbricata* and *Chelonia mydas* in the Archipelago of Fernando de Noronha, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, v.3(2), p. 308-311, 1999.

SANTOS, A.S.; SOARES, L.S.; MARCOVALDI, M.A.; MONTEIRO, D.S.; GIFFONI, B., ALMEIDA, A.P. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v.1, p. 3-11, 2011.

SCHROEDER, B. A. **Annual Report of the Sea Turtle Stranding and Salvage Network. Atlantic and Gulf Coasts of the United States January – December 1986.** Miami, Fla.: Coastal Resources Division, National Marine Fisheries Service. 45 p. (NOAA-NMFS-SEFC. CRD-87/88-12).

SCHROEDER, B. A.; WARNER A. A. **Annual Report of the Sea Turtle Stranding and Salvage Network. Atlantic and Gulf Coasts of the United States January-December 1987.** Miami, Fla.: Coastal Resources Division, National Marine Fisheries Service. 45 p. (NOAA-NMFS-SEFC. CRD-87/88-28).

SCHULMAN, A. A.; LUTZ, P. The effect of plastic ingestion on lipid metabolism in the green sea turtle (*Chelonia mydas*). In: ANNUAL WORKSHOP ON SEA TURTLE BIOLOGY AND CONSERVATION. 12., 1992, Georgia. **Proceedings...** Flórida: NOAA, 1995. p. 122-124. NOAA Technical Memorandum (NMFS-SEFSC-361).

SHIBUYA, E.K.; OLIVEIRA, E.C.; ABREU JUNIOR, C. H.; SOARES L.S.H.. **Metais Tóxicos E Nutrientes Em Macroalgas De Regiões Da Costa Brasileira Com Diferentes Níveis De Atividades Antrópicas.** V Simpósio Brasileiro de Oceanografia, Santos, SP, Brasil. 2011.

STORELLI, M.M.; BARONE, G.; STORELLI, A.; MARCOTRIGIANO, G.O.. Total and subcellular distribution of trace elements (Cd, Cu and Zn) in the liver and kidney of green turtles (*Chelonia mydas*) from the Mediterranean Sea. **Chemosphere** v.70, p. 908–913, 2008.

TAMAR, 2009. Banco de Dados TAMAR/SITAMAR. Contato: Alessandro Santos (alex@tamar.org.br).

TAN, F.; WANG, M.; WANG, W.; AGUIRE, A.A.; LU, Y. Validation of an in vitro cytotoxicity test for four heavy metals using cell lines derived from a green sea turtle (*Chelonia mydas*). **Cell Biol Toxicol** v.26, p. 255–263, 2010.

TEAS, W. G.; MARTINEZ, A. **Annual Report of the Sea Turtle Stranding and Salvage Network Atlantic and Gulf Coasts of the United States January- December 1988**. Miami, Fla.: Coastal Resources Division, National Marine Fisheries Service. (Contribution No. CRD-88/89-19).

THURMAN, H.V. **Introductory oceanography**. 8 edição.543p, 1997.

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

VANDERCASTEELE, C; BLOCK, CB. **Modern Methods for Trace Elements Determination**, John Wiley, Chichester, p.168, 1993.

WATSON, J. A.; EPPERLY, S. P.; SHAH, A. K.; FOSTER, D.A. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 62, p. 965–981, 2005.

WITHERINGTON, B. E. The problem of photopollution for sea turtles and other nocturnal animals. In: CLEMMONS, J. R. and BUCHHOLZ, R. (Eds) **Behavioral Approaches to Conservation in the Wild**. Cambridge University Press, 1997.