

Tropical Oceanography

Revista on line

Recife	vol. 44	n. 1	43 - 52	2016
C.D.U. 551.46:57(26) CDD. 551.4605 ISSN: 1679-3013 D.O.I.: 10.5914/2016.0127				

ANÁLISES QUALITATIVAS DE METAIS EM CASCA DE OVOS DE *Eretmochelys imbricata* LINNAEUS (1766) (TESTUDINES, CHELONIIDAE)

Nykon CRAVEIRO¹
Cosme CASTRO JUNIOR²
Kênia Valença CORREIA²
George Chaves JIMENEZ³

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a presença de metais em cascas de ovos de *Eretmochelys imbricata* coletados de dois ninhos depositados na praia de Maracaípe, Município do Ipojuca, Pernambuco - Brasil, utilizando uma metodologia qualitativa não invasiva. Nas cascas dos ovos foram identificados a presença de Hg, Li, Ba e Zn. Com isso,

podemos concluir que a metodologia empregada para avaliar as cascas dos ovos de *Eretmochelys imbricata* permite identificar a presença de metais, podendo o método ser utilizado na avaliação exploratória em áreas de desova dessa espécie listada como em perigo de extinção.

Palavras chave: Elementos inorgânicos; Espécie ameaçada; Tartarugas marinhas; Tartaruga de pente; Ipojuca.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the presence of metals in eggshells *Eretmochelys imbricata* collected from two nests deposited on the beach Maracaípe, municipality of Ipojuca, Pernambuco - Brazil, using a qualitative methodology. In the eggshells have been identified the Hg, Li, Ba and Zn. Thus, we

can conclude that the methodology used to assess the shells of *Eretmochelys imbricata* eggs enables you to identify the presence of metals the method can be used in the exploratory assessment in spawning areas of this species listed as endangered.

Keywords: Inorganics elements; Threatened species; Sea turtle; Hawksbill turtle; Ipojuca.

INTRODUCTION/INTRODUÇÃO

Das sete espécies de tartarugas marinhas existentes no mundo *Eretmochelys imbricata* é uma das cinco espécies que ocorre no litoral brasileiro (MARCOVALDI; MARCOVALDI, 1987, MARCOVALDI; MARCOVALDI, 1999). De acordo com a IUCN, mundialmente, a espécie detém o status de "animal em perigo crítico de extinção" (MARCOVALDI et al., 2011; IUCN, 2013). No Brasil a espécie está incluída na lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (MMA, 2003).

Além disso, a espécie *E. imbricata* apresenta como características biológicas uma baixa taxa de incremento populacional, ciclo de vida complexo com maturação tardia, habitat limitado e especializado para a reprodução e alimentação, o que implica na dificuldade de aumentar seu estoque populacional (ECKERT et al., 2000; ECKERT; ABREU-GROBOIS, 2001).

O período reprodutivo desta espécie no Brasil vai de novembro a abril (MARCOVALDI et al., 2011) e a postura dos ovos é realizada, de preferência, no período noturno, em ninhos confeccionados pelas fêmeas nas areias das praias, bem acima da linha da maré mais alta, com posturas que variam de 47 a 230 unidades por ninho (MARCOVALDI; MARCOVALDI, 1999), onde permanecem por um período de incubação que varia de 48 a 54 dias, dependendo da temperatura (MARCOVALDI; MARCOVALDI 1987; CRAVEIRO et al., 2006b; MARCOVALDI et al., 2011).

As cascas dos ovos das tartarugas marinhas funcionam como uma barreira entre o embrião e o ambiente externo. Também protege o embrião de possíveis lesões, servindo também como reservatório para grande parte dos elementos essenciais, úteis no desenvolvimento embrionário (MAHANTY; SAHOO, 1999; AL-BAHRY et al., 2009). Decorrido o período de incubação, os filhotes eclodem dos ovos e escavam até a superfície, seguindo em direção ao mar (CARR; STANCYK, 1975; CARR, 1980).

Vários processos antrópicos contribuem para a atual situação da espécie *E. imbricata*, dentre eles destacam-se a contaminação marinha por resíduos químicos (STORELLI; MARCOTRIGIANO, 2000; BUITRAGO; GUADA, 2002, CRAVEIRO et al., 2004), a destruição do habitat (CLAKER, et al, 2000; BUITRAGO; GUADA, 2002), a foto poluição (CRAVEIRO et al., 2006a) exploração indevida (LAURENT et al., 1996; BUITRAGO & GUADA, 2001) e a captura em petrecho de pesca (BUITRAGO & GUADA, 2002), além da ingestão de resíduos sólidos, como plásticas, ocasionando a morte por asfixia (BUGONI, KRAUSE, PETRY, 2001; BOYLE; LIMPUS, 2008; GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; MARCOVALDI et al., 2011).

A contaminação de tartarugas marinhas por metais é conhecida e observa-se que Hg, Cd, Pb são alguns dos elementos assinalados, onde a contaminação ocorre principalmente através da alimentação, sendo o hábito alimentar o mais importante (SAKAY et al., 2000a). De um modo geral, os estudos sobre contaminação por metais nas tartarugas marinhas têm sido direcionados as análises em tecidos moles, em especial o fígado, rins e músculos (SAKAI et al., 2000; DAY et al., 2005; Barbieri, 2009), e amostras de sangue (DAY et al., 2005; PÁEZ-OSUNA et al., 2010; IKONOMOPOULOU et al., 2011) ou mesmo dos ovos depositados na areia (SAKAI e tal., 1995; ALAN & BRIM, 2000; PÁEZ-OSUNA et al., 2010; IKONOMOPOULOU et al., 2011).

Apesar da utilização de ovos como um substituto para medir os níveis de contaminação de tecidos, a distribuição de contaminantes em compartimentos individuais de ovo (gema de ovo, albúmen e casca) raramente tem sido examinados, particularmente em tartarugas marinhas (LAM et al., 2006). Diante do exposto, o presente trabalho tem como principal objetivo verificar a presença de metais em cascas de ovos de *E. imbricata*. Além disto, os dados gerados preencherão uma lacuna na base de dados científicos sobre uma importante região de desova para *E. imbricata*, espécie ameaçada de extinção, em uma área tropical, quanto à presença de elementos inorgânicos com potenciais tóxicos, fornecendo subsídios para a preservação ambiental desta área, assim como uma linha de base para estudos posteriores.

STUDY AREA/ÁREA ESTUDADA

A área de estudo compreende a praia de Maracaípe, localizadas no município do Ipojuca, litoral sul do Estado de Pernambuco - Brasil (08°24'06"S 35°03'45"W). Dos seus

32 km de faixa litorânea, 12 km, compreendidos entre as praias de Merepe e Pontal de Maracáipe, são registradas desovas, principalmente, da espécie *E. imbricata* (CRAVEIRO et al., 2006b; GESCQ, 2006; MOURA et al., 2012).

MATERIAL AND METHODS/MATERIAIS E METODOS

Coleta das amostras

As coletas foram realizadas em dois pontos de desova em períodos distintos: o Ninho I (N1) (8°31'40.74"S 35°0'26.05"W) em janeiro e o Ninho II (N2) (8°31'36.30"S 35°0'26.26"W) em abril de 2005 (Figura 1). Após o fenômeno conhecido como eclosão, foram tomados os dados de parâmetros reprodutivos: contagem de ovos, ovos goros, ovos não fecundado, organismos natimortos e organismos vingados. As amostras das cascas dos ovos e do sedimento dos ninhos, foram coletados de pinças e pás plásticas, respectivamente e acondicionados em frascos de vidros com tampas plásticas rosqueadas e transportada ao Laboratório de Farmacologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE) em caixas isotérmicas contendo gelo. reciclável rígido.

Processamento das amostras de cascas dos ovos

Foram selecionadas 10 amostras de cascas de ovos de cada ninho, utilizando para tal a integridade das mesmas, onde as amostras foram lavadas com água destilada e tratada com clorofórmio, com o objetivo de retirar o material orgânico associado. Posteriormente as amostras foram novamente lavadas com água destilada deixando-as secar em temperatura de 25°C, em placas de Petri numeradas de 1 a 10.

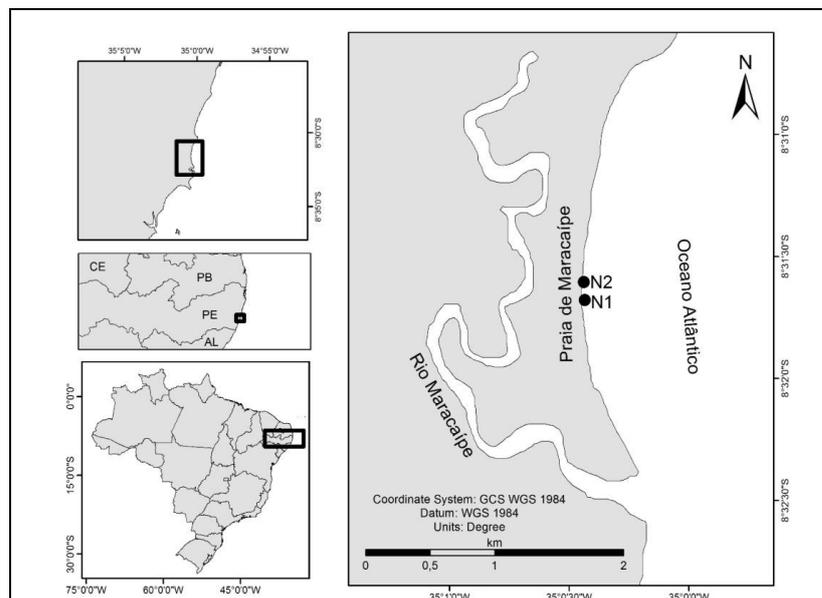


Figura 1 – Área de coleta dos ovos de *Eretmochelys imbricata*. N1 coletado em janeiro de 2005 e N2 coletado em abril de 2005. Legenda: N1: ninho I; N2: ninho II.

As amostras em seguida foram pesadas em balança analítica, e subamostras com peso de 0,01g foram retiradas, acondicionadas em frascos de vidros e hidratadas com uma gota de água destilada, e maceradas com o auxílio de um bastão de vidro, para aumentar a superfície de contato das cascas para as reações. Após trituração, foi adicionado 1 mL de água destilada, e para cada referido elemento de interesse, foi adicionado 1 mL da solução para identificar: 1) Alumínio (Al) – Solução de hidróxido de sódio a 10% (Reação positiva: Precipitado (PPT) branco solúvel em excesso de reativo); 2) Bário (Ba) - Solução de

sulfato de cálcio a 10% (Reação positiva: PPT branco insolúvel em HCl); 3) Bismuto (Bi) - Solução de iodeto de potássio a 2,5% (Reação positiva: coloração amarelo-pardo que diluída em água destilada fica alaranjado); 4) Chumbo (Pb) - Solução de ácido sulfúrico a 10% (Reação positiva: PPT branco insolúvel em álcool. Adicionando-se iodeto de potássio forma um PPT amarelo); 5) Cobre (Cu) - Solução de hidróxido de amônia a 10% (Reação positiva: PPT azul); 6) Lítio (Li) - Solução de carbonato de sódio + hidróxido de sódio a 10% (Reação positiva: PPT branco); 7) Mercúrio (Hg) - Solução de ácido clorídrico a 10% (Reação positiva: PPT branco insolúvel em água destilada e escurecendo por adição de hidróxido de amônia); 8) Zinco (Zn) - Solução de sulfato de amônia a 1% (Reação positiva: PPT branco), como descrita na Farmacopeia dos Estados Unidos do Brasil (1959 e 1977).

Processamento das amostras de sedimento

Sedimentos de cada ninho foram pesadas e transferidas para placas de Petri e secos em estufa a uma temperatura de 25°C. Em seguida, uma fração de 100g dessa amostra foi pesada e transferida para balões volumétricos identificados e adicionado água destilada, a uma razão de 1:10 (sedimento:água), onde permaneceram em repouso por 12 horas, coletando-se, posteriormente, 1 mL do líquido sobrenadante com auxílio de uma pipeta volumétrica de 1 mL e transferidos para frascos de vidros identificados, para posterior análise dos metais, como descrito para as cascas dos ovos.

Reagentes

Todos os reagentes analíticos utilizados foram com especificações próprias para análises (P.A).

RESULTS/RESULTADOS

Dos elementos observados no N1, Ba, Zn e Hg estavam frequentes em 100% das amostras. Nas análises do N2, os metais Ba, Zn e Li foram encontrados, entretanto, o elemento Li foi identificado em apenas 60% das amostras. Os metais analisados nas cascas dos ovos no presente estudo estão descritos na tabela 1. Nos sedimentos coletados em ambos os ninhos, não foi observada a presença dos metais estudados.

Tabela 1 - Presença de metais nas cascas dos ovos de *Eretmochelys imbricata* coletadas na praia de Maracaípe. Legenda: (+) Presença; (-) Ausência.

Ninho	Al	Ba	Bi	Cu	Hg	Li	Pb	Zn
N1	-	+	-	-	+	-	-	+
N2	-	+	-	-	-	+	-	+

DISCUSSION/DISCUSSÃO

Apesar dos elementos Li e Zn terem sido evidenciados no presente estudo, não podemos inferir como contaminação, devido esses elementos atuarem como cofatores enzimáticos no sistema fisiológico dos organismos e são considerados elementos essenciais, assim como o ferro, cobre, selênio, magnésio. (SILVA, 1980; MEYER JONES et al., 1983; MEYERS-SHONEN & WALTON, 1994; PEREIRA; SOARES-GOMES, 2002; GUNNAR et al., 2007). Alan; Brim, (2000) analisando conteúdo dos ovos de *Caretta caretta*, observou resultados semelhantes em relação ao Li, sugerindo que o mecanismo de deposição desse elemento nas cascas dos ovos ocorra de forma não uniforme entre os ovos de uma mesma postura.

Elementos essenciais ausentes em um organismo acarretam anomalias funcionais e estruturais, assim como a quantidade elevada, como por exemplo o excesso de Li que pode competir pelo cátion sódio (Na^+), possibilitando interferência no metabolismo do potássio (K^+); o que pode acarretar um importante impacto sobre os mecanismos eletrogênicos associados aos tecidos excitáveis como nervos e músculos. (SILVA; WILLIAMS, 2001; GUNNAR et al., 2007). O Li também inibe proteína G, que está associada, na condição de segundo mensageiro, a inúmeros processos de ativação tecidual, em especial sobre o sistema nervoso central. (SILVA; WILLIAMS, 2001; GUNNAR et al., 2007).

Taxas elevadas de Zn no organismo podem quelar grupamentos sulfidrilas (-SH), podendo afetar a estrutura tridimensional de inúmeras proteínas, porém a propriedade de combinar-se com proteínas do sangue como: albumina, α -globulina e α -glicoproteínas, confere ao organismo um importante mecanismo para conter os aumentos excessivos dos níveis de Zn endógeno (SILVA; WILLIAMS, 2001; GUNNAR et al., 2007).

O Hg metálico quando presente pode competir pelo sítio onde se fixa o Zn, em diferentes sistemas biomoleculares, em especial alguns sistemas enzimáticos. Geralmente a forma monovalente, Hg^+ , é a mais tóxica dos mercúrios metálicos, devido a sua baixa solubilidade, mas muitos tecidos e os eritrócitos podem oxidar a forma monovalente, transformando-a em bivalente, Hg^{+2} , que é mais solúvel e naturalmente gera mais ação de toxicidade. O Hg também pode se combinar com moléculas orgânicas, formando o mercúrio orgânico, como por exemplo o metil-mercúrio, considerado mais tóxico que as formas metálicas. Essa molécula devido a sua lipofilicidade bioacumula-se nos organismos, causando principalmente efeitos neurotóxicos (LUCKEY; VENUGOPAL, 1977; SILVA; WILLIAMS, 2001; GUNNAR et al., 2007).

O Ba assemelha-se ao Cálcio (Ca), podendo influenciar sobre os sítios onde este segundo íon atua. Bastante permeável pela mucosa gástrica, seus sais solúveis penetram rapidamente e depositam-se sobre o sistema sanguíneo. Os tecidos que melhor absorvem o Ba é o tecido ósseo, seguido do muscular, hepático e renal. Os cloretos e os carbonatos de bário são potencialmente tóxicos, devido a sua alta solubilidade, provocando estimulação prolongada em todos os tipos de tecidos muscular, onde esta estimulação pode provocar um decréscimo nos níveis energéticos do tecido, tornando-o incompetente para o cumprimento da programação biológica (LUCKEY; VENUGOPAL, 1977; SILVA; WILLIAMS, 2001; GUNNAR et al., 2007).

Vazquez et al. (1997) avaliou Cd, Cu, Zn, Ni e Pb na água, no sedimento e nas cascas de ovos de tartarugas marinhas da espécie *Dermochelys coriacea* de áreas do Pacífico e concluíram que a contaminação do sedimento por metais pode ser responsável pelas concentrações desses contaminantes nas cascas dos ovos. Diferentemente do trabalho de Vazquez et al. (1997), as amostras de sedimento analisadas no presente estudo não continham os contaminantes avaliados, sugerindo que a presença dos metais ocorreu, provavelmente, por transferência parental, assim como sugere os estudos de Guirlet, Gas, Girondot, (2008) com amostras de sangue e ovos de *D. coriacea*.

Guirlet, Gas e Girondot, (2008) forneceram os primeiros dados sobre Cu, Zn, Cd, Se, Pb, e os níveis de Hg no sangue e ovos de *Dermochelys coriacea*. Todos os elementos essenciais e não-essenciais foram detectáveis no sangue e em ovos dessa espécie, refletindo uma transferência materna. Entretanto, as correlações esperadas entre fêmeas e seus ovos foram observadas apenas para Se e Cd. Estes resultados sugerem que a toxicocinética de Se e Cd é diferente da de Zn, Cu, Pb e Hg ao focalizar a transferência materna.

Segundo Storelli et al. (1998) a fonte principal de metais aos organismos é o alimento. Em seus estudos concluíram que os animais carnívoros apresentam os níveis de

metais comparativamente mais elevados que os herbívoros, corroborando com o trabalho de Sakai et al., (2000) em espécies de tartarugas marinhas *Caretta caretta* (carnívora) e *Chelonia mydas* (herbívora), avaliando metais em tecidos e diversos órgãos. Porém Anan et al. (2001), concluíram que há similaridade entre os níveis de metais analisados nos rins, fígado e músculos de *C. mydas* e de *E. imbricata*, uma espécie herbívora e outra carnívora, respectivamente. A espécie *E. imbricata* se alimenta principalmente de crustáceos, moluscos, ouriços, esponjas e algas (MARCOVALDI et al., 2011) e é conhecido que organismos filtradores, como os moluscos, podem ser uma importante fonte de metais para outros organismos (GONÇALVES, FREIRE, NACIMENTO NETO, 2007; GALVÃO et al., 2009), e possivelmente a presença de Hg e Ba nas cascas dos ovos observados no presente estudo tenham sido transferidos pela fêmea depositante, ao qual adquiriram tais contaminantes por via alimentar.

Sakai et al. (1995), investigando os metais em diferentes tecidos de tartarugas marinhas da espécie *C. caretta*, concluíram que a utilização de ovos como uma ferramenta para o monitoramento pode ser utilizada, e acrescentam que os ovos que não conseguem desenvolver na fase inicial, permanecem no ninho, e podem ser mais adequadamente utilizados para o monitoramento de metais. Neste contexto, o monitoramento não invasivo usando ovos não eclodidos para espécies ameaçadas, como as tartarugas marinhas, podem ser implementadas (Sakai et al., 1995), assim como as cascas dos ovos eclodidos, podem ser utilizados para verificar elementos inorgânicos, como os metais, como demonstrado no presente estudo, onde foi possível identificar a presença de Ba, Hg, Zn e Li.

Godley et al. (1999) sugerem que para o monitoramento não invasivo de potenciais impactos da poluição por metais sobre as espécies de tartarugas marinhas, poderiam ser utilizados os ovos não desenvolvido (goros e não fecundados), embriões mortos ou filhotes mortos, sendo estas unidades de monitoramento igualmente úteis. No presente estudo acrescenta a utilização das cascas dos ovos como mais uma unidade de monitoramento desses poluentes de forma não invasiva, principalmente para espécies ameaçadas como a *E. imbricata*. (MARCOVALDI et al 2011)

Nos estudos de Lam et al. (2006) foi concluído que as concentrações de Ag, Se, Zn, Hg e Pb na casca dos ovos de *C. mydas* foram significativamente correlacionados com os níveis em todo o conteúdo do ovo (gema e albúmen), e acrescenta que ao se estabelecer as relações precisas dos elementos específicos, a utilização da casca de ovos, em vez dos ovos, pode ser utilizada como metodologia não invasiva (Lam et al., 2006), corroborando com nossa proposta.

Os resultados obtidos por Páez-Osuna et al. (2010) nas investigações de metais Cd, Cu, Ni, e Zn no sangue e nos ovos (gema, albúmen e casca) confirmam a importância na identificação, acumulação e transferência de metais em tartarugas marinhas da espécie *Lepdochelys olivacea*. Storelli, Ceci, Marcotrigiano (2003) afirmam ainda que os ovos constituem uma excelente ferramenta para monitorar a transferência materna dos elementos, sendo um bom indicador de concentrações de metais em área de nidificação.

Os metais identificados no presente estudo, através das cascas de ovos de *E. imbricata*, diante das possíveis interações metabólicas existentes entre os elementos Hg, Ba, Li e Zn e os sistemas biológicos, é prudente aceitar a hipótese de que as fêmeas de *E. imbricata*, de que se avaliou as cascas dos ovos de suas posturas, assim como os organismos que se desenvolveram nos ovos, podem apresentar algum tipo de deficiências metabólicas. Apesar de não ter sido feito análises quantitativas, elementos como Hg, em sua forma metálica ou orgânica, podem ser tóxico mesmo em pequenas concentrações. Vale assinalar que a presença desses elementos revela uma exposição das fêmeas depositantes a sensíveis concentrações desses microelementos como Hg e Ba, provavelmente adquiridos através da alimentação.

CONCLUSION/CONCLUSÃO

A partir dos resultados das análises pela técnica qualitativa, podemos concluir que a metodologia empregada para verificar a presença de metais nas cascas dos ovos de *Eretmochelys imbricata* é possível, podendo ser utilizada como uma ferramenta na avaliação exploratória para monitorar a presença desses microelementos nesses organismos ameaçados de extinção. Porém não podemos afirmar como sendo contaminação, devido a técnica não permite quantificar e inferir as possíveis implicações que esses elementos possam oferecer aos organismos estudados. Possivelmente a presença dos metais, devem ter sido absorvidos via alimentação pelas fêmeas adultas que nidificaram, e, no processo de formação dos ovos, ter transferido esses microelementos.

ACKNOWLEDGEMENTS/AGRADECIMENTOS

Agradeço à equipe do GESCQ e à UFRPE pelo apoio na realização do presente estudo e ao Msc. Diego Xavier pela elaboração da figura da área de coleta do estudo.

REFERENCES/REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, S. K.; BRIM, M. S. Organochlorine, PCB, PAH, and metal concentrations in eggs of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from Northwest Florida, USA. **J. Environ. Sci. and Health Part B**, v. 35: 705-724. 2000
- ANAN, Y.; KUNITO, T.; WATANABE, I.; SAKAI, H.; TANABE, S. Trace element accumulation in hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) and green turtles (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Japan. **Environ. Toxicol. and Chem.**, v. 20: 2802-2814. 2001.
- AZEVEDO, F. A., CHASIN, A.A.M. **As Bases Toxicológicas da Ecotoxicologia**. 1 ed. São Carlos: RiMa, 2003 – São Paulo: Intertox, 2003.
- BOYLE, M. C.; LIMPUS, C. J. The stomach contents of post-hatchling green and loggerhead sea turtles in the southwest Pacific: an insight into habitat association. **Marine Biology**, 155 (2): 233-241. 2008.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M.V. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin** 42, 1330- 1334. 2001.
- BUITRAGO, J.; GUADA, H. J. **La Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) em Venezuela**. *INCI* v. 27, nº 8. Caracas, ago. 2002.
- CARR, A. Some problems of Sea Turtle Ecology. **Amer. Zool.** v. 20: 489-498. 1980
- CARR, A.; STANCYK, S. Observation on the ecology and survival outlook of the hawksbill turtle. **Biol. Conserv.** v. 8: 161-172. 1975.
- [CFB] **Código Farmacêutico Brasileiro**. Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil. Ed 2, Siqueira, São Paulo. 1265 pp. 1959
- [CFB] **Código Farmacêutico Brasileiro**. **Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil**. Ed 3, Andrei, São Paulo. 1214 pp. 1977.
- CLARKE, M.; CAMPBELL, A. C., HAMEID, W. S., GHONEIM, S. Preliminary Report on the Status of Marine Turtle Nesting Population on the Mediterranean Coast of Egypt. **Biol. Conserv.** v. 94: 363-371. 2000.

CRAVEIRO, N. J. A.; CASTRO JUNIOR, C.; DÓRIA, V. C. D.; SILVA NETO, J. F.; JIMENEZ, G. C. Avaliação do conteúdo de metais pesados em cascas de ovos de Tartaruga marinha de pente (*Eretmochelys imbricata*). VIII **Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia**, 17 – 20 de outubro de 2004. Florianópolis, SC – Brasil, p 143. 2004.

CRAVEIRO, N. J. A.; CASTRO JUNIOR, C.; GONÇALVES, G. Q.; LIMA, C. R. V.; RAMOS, S. V. C.; MENDES, C. M.; CORRÊIA, K. V.; JIMENEZ, G. C. Influência da radiação luminosa sobre o comportamento de filhotes recém-eclodidos de *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de pente) em praias do município do Ipojuca – PE. I **Congresso Brasileiro de Biologia Marinha**, UFF – Niteroi, 15 – 19 de maio de 2006, p 89-90. 2006a.

CRAVEIRO, N. J. A.; CASTRO JUNIOR, C.; GONÇALVES, G. Q.; LIMA, C. R. V.; RAMOS, S. V. C.; MENDES, C. M.; CORRÊIA, K. V.; JIMENEZ, G. C. Período reprodutivo de *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de pente) em praias do município do Ipojuca, Pernambuco. I **Congresso Brasileiro de Biologia Marinha**, UFF – Niteroi, 15 – 19 de maio de 2006, p 90. 2006b.

DAY, R. D.; CHRISTOPHER, S. J.; BECKER, P. R.; WHITAKER, D. W. Monitoring mercury in the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*. **Environ. Sci. Technol.** v. 39(2): 437–446. 2005.

ECKERT, K. L.; BJORN DAL, F. A.; ABREU-GROBOIS; DONNELLY, M. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de Iãs Tortugas Marinas. Grupo Especialista em Tortugas Marinas. **IUCN/CSE**. Publicación v. 4. 2000.

ECKERT, K. L.; ABREU-GROBOIS, F. A. Memórias de la reunion regional: "Conservación de Tortugas marinas en la región del Gran Caribe – Un diálogo para ell manejo regional efectivo". Santo Domingo, 16-18 de Novembro de 1999. **Widecast, IUCN-MTSG, WWF, UNEP-CEP**. 2000.

GESCQ (Grupo de Estudos dos Sirênios, Cetáceos e Quelônios). **Relatório de Atividades: Resumo das Atividades de 1998 a 2006**. 2006.

GODLEY, B. J.; THOMPSON, D. R.; FURNESS, R. W. Do heavy metal concentrations pose a threat to marine turtles from the Mediterranean Sea? **Mar. Pollut. Bull.**, v. 38: 497-502. 1999.

GONÇALVES, R. S. L.; FREIRE, G. S. S.; NASCIMENTO NETO, V. A. do. Determinação das concentrações de cádmio, cobre, cromo e zinco, na ostra *Crassostrea rhizophorae* dos estuários dos rios Cocó e Ceará. **Revista de Geologia**, v. 20, n. 1, p. 57-63, 2007

GUEBERT-BARTHOLO, F. M.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; MONTEIRO FILHO, Y. E. L. A. (2011). Using gut contents to assess foraging patterns of juvenile green turtles *Chelonia mydas* in the Paranaguá Estuary, Brazil. **Endangered Species Research**, 13: 131-143.

GUIRLET, E.; DAS, K.; GIRONDOT, M. Maternal transfer of trace elements in leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) of French **Guiana**. **Aquatic Toxicol.**, v. 88: 267-276. 2008.

GUNNAR F. N.; BRUCE A. F.; MONICA N.; LARS T. F. Handbook on the Toxicology of Metals (Third Edition), Friberg, **Academic Press**, Burlington, 1542p. 2007.

IKONOMOPOULOU, M. P.; OLSZOWY, C. H.; LIMPUS, R.; FRANCIS; WHITTIER, J. Trace element concentrations in nesting flatback turtles (*Natator depressus*) from Curtis Island, Queensland, Australia. **Mar. Environ. Research.**, v. 71: 10-16. 2011.

CRAVEIRO, Nykon et al. Análises qualitativas de metais em casca de ovos de *Eretmochelys imbricata* Linnaeus (1766) (Testudines, Cheloniidae).

IUCN – International Union for Conservation of Nature. 2013. Red List of Threatened Species. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/>> Acesso em: 27 de abril de 2013.

LAM, J. C. W.; TANABE, S.; CHAN, S. K. F.; LAM, M. H. W.; LAM, P. K. S. Levels of trace elements in green turtle eggs collected from Hong Kong: Evidence of risks due to selenium and nickel. *Environ. Pollut.*, v. 144: 790-801. 2006.

LAURENT, L.; EL-MAWLA, A.; BRADAI, E. M.; DERMIRAYAK, F.; ORUC, A. Reducing Sea Turtle Mortality Induced by Mediterranean Fisheries Trawling Activity in Egypt, Tunisia and Turkey. Report for the WWF International Mediterranean **Programme**, WWF Project 9E0103. 1996.

LUCKEY, T. D.; VENUGOPAL, B. Lanthanides, the rare-earth metals. In Metal toxicity in mammals, pp. 135-157: Vol. II. 1977, **Plenum Press**, New York.

MARCOVALDI, M. Â.; MARCOVALDI, G. G. Projeto Tartaruga Marinha: áreas de desova, época de reprodução, técnicas de preservação. **Boletim Fundação Brasileira Para a Conservação da Natureza**, v.22: 95-104. 1987.

MARCOVALDI, M. Â.; MARCOVALDI, G. M. F. G. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biol. Conserv.**, Washington, v. 91, p.35-41. 1999.

MARCOVALDI, M. A.; LOPEZ, G. L.; SANTOS, A. J. B.; BELLINI, C.; SANTOS, A. S.; LOPEZ, M. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, (1): 20-27. 2011.

MEYER JONES, L.; BOOTH, N. H.; MCDONALD, E. **Toxicologia veterinária, seção 15, em Farmacologia e Terapêutica em Veterinária**. Ed. Guanabara Koogan, R. J. p. 806 – 927. 1983.

MEYERS-SHONE, L., WALTON, B. T. Turtles as monitors of chemical contamination in the environment. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology** 135, 93-152. 1994.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003. MMA 2003 – Lista oficial das espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção. Disponível em: <www.meioambiente.es.gov.br/download/NovalistaFaunaAmeacaMMA2003.pdf>. Acessado em 27 de abril de 2013.

MOURA, C.C. M.; GUIMARÃES, E. S.; MOURA, G. J. B.; AMARAL, G. J. A.; SILVA, A.C. Distribuição espaço-temporal e sucesso reprodutivo de *Eretmochelys imbricata* nas praias do Ipojuca, Pernambuco, Brasil. **Iheringia**, v. 102:254-260. 2012.

PÁEZ-OSUNA, F.; CALDERÓN-CAMPUZANO, M. F.; SOTO-JIMÉNEZ, M. F.; RUELAS-INZUNZA, J. R. Lead in blood and eggs of the sea turtle, *Lepidochelys olivacea*, from the Eastern Pacific: concentration, isotopic composition and maternal transfer. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 60: 433-439. 2010.

SAKAI, H.; ICHIHASHI, H.; SUGANUMA, H.; TATSUKAWA, R. Heavy metal monitoring in sea turtles using eggs. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 30: 347-353. 1995.

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. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 40: 701-709. 2000.

CRAVEIRO, Nykon et al. Análises qualitativas de metais em casca de ovos de *Eretmochelys imbricata* Linnaeus (1766) (Testudines, Cheloniidae).

SILVA, P. **Estudo toxicológico das drogas em Farmacologia**. Ed. Guanabara Koogan, RJ.p 149 a 157. 1980.

SILVA, J. J. R. F.; WILLIAMS, R. J. P. The biological chemistry of the elements: the inorganic chemistry of life. **Oxford University Press**, 2001.

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). Bull. **Environ. Contam. Toxicol.** v. 61: 541-547. 1998.

STORELLI, M. M.; MARCOTRIGIANO, G. O. Heavy metal residues in tissues of marine turtles. **Mar. Pollut. Bull.**, v. 46: 397-400. 2003

VAZQUEZ, G. F.; REYES, M. C.; FERNANDEZ, G.; AGUAYO, J. E. C.; SHARMA, V. K. Contaminations in marine turtle (*Dermochelys scoriaca*) egg shells of Playon de Mexiquillo, Michoacan, Mexico. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 58: 326-333. 1997.