



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARIANE FERRARINI ANDRADE

**IDADE E TAXA DE CRESCIMENTO DE JUVENIS DE
TARTARUGAS-VERDE, *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758),
ENCONTRADAS NO LITORAL DO PARANÁ, SUL DO
BRASIL**

MARIANE FERRARINI ANDRADE

**IDADE E TAXA DE CRESCIMENTO DE JUVENIS DE
TARTARUGAS-VERDE, *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758),
ENCONTRADAS NO LITORAL DO PARANÁ, SUL DO
BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profª. Dra. Ângela Teresa Silva e Souza

Co-orientadora: Profª. Dra. Camila Domit

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A553i Andrade, Mariane Ferrarini.

Idade e taxa de crescimento de juvenis de tartarugas-verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), encontradas no litoral do Paraná, sul do Brasil / Mariane Ferrarini Andrade. – Londrina, 2014.

xi, 77 f. : il.

Orientador: Ângela Teresa Silva e Souza.

Coorientador: Camila Domit.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2014. Inclui bibliografia.

1. Tartaruga marinha – Atlântico, Oceano, Costa (Brasil, Sul) – Teses. 2. Tartaruga marinha – Determinação da idade – Teses. 3. Tartaruga marinha – Crescimento – Teses. 4. Biodiversidade marinha – Conservação – Teses. I. Souza, Ângela Teresa Silva e. II. Domit, Camila. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU 598.133

MARIANE FERRARINI ANDRADE

**IDADE E TAXA DE CRESCIMENTO DE JUVENIS DE TARTARUGAS-
VERDE, *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758), ENCONTRADAS NO
LITORAL DO PARANÁ, SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina como um dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Teresa Silva e Souza
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Silvina Botta
Universidade Federal do Rio Grande – FURG

Prof. Dr. Gustavo Monteiro Teixeira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 4 de Abril de 2014.

ANDRADE, Mariane Ferrarini. **Idade e taxa de crescimento de juvenis de tartarugas-verde, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), encontradas no litoral do Paraná, sul do Brasil.** 2014. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Chelonia mydas (Linnaeus, 1758), popularmente conhecida como tartaruga-verde, apresenta distribuição circunglobal em oceanos de águas tropicais e subtropicais, próximas à plataforma continental e ilhas, sendo raras em mares de águas temperadas. A costa do estado do Paraná, sul do Brasil, compreende importante área de desenvolvimento e alimentação para indivíduos juvenis de *C. mydas*, provenientes de diversos locais de nidificação. No entanto, no litoral paranaense, diferentes impactos afetam estes animais e as capturas acidentais em redes de pesca ocorrem em grande frequência. Desta maneira, os esforços integrados para a conservação nestas regiões são essenciais para a manutenção da espécie e de sua variabilidade genética. A caracterização quanto ao desenvolvimento, como informações sobre a estrutura etária e as taxas naturais de crescimento, os padrões de uso de hábitat e de migração, são essenciais para que os esforços de conservação e as medidas mitigadoras tornem-se eficazes em relação à redução da mortalidade destes animais. Dessa forma, no presente trabalho são apresentados os resultados, utilizando a esqueletocronologia, de estrutura etária e crescimento para as tartarugas-verde encontradas no litoral do Paraná. As tartarugas-verde foram coletas entre os anos 2008 a 2013. De cada animal foi mensurado o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) em centímetros, retirados os úmeros e, quando possível, identificado o sexo. A idade de 63 indivíduos com CCC variando entre 30,0 e 58,0 cm foi estimada entre dois e oito anos, destes 11 eram machos com CCC variando entre 31,5 e 43,0 cm e idade entre dois e seis anos, e, 10 fêmeas medindo de 36,5 a 58,0 cm de CCC e amplitude de idade de dois a oitos anos. O CCC médio e a idade não diferiram entre machos e fêmeas. Foram mensurados o diâmetro da secção, o comprimento máximo e a largura média do úmero e constatou-se aumento tanto com relação ao CCC, quanto destas medidas conforme o aumento da idade. Contudo, diferenças entre os CCC só puderam ser observadas a partir dos seis anos de idade. Não foram encontradas diferenças de idade e de CCC entre os indivíduos analisados nas diferentes estações do ano e entre anos amostrados. A taxa de crescimento estimada variou de 0,03 a 2,9 cm/ano e o fator de crescimento k gerado pelo modelo de von Bertalanffy foi igual a 1,14. Os resultados obtidos nesse trabalho são apresentados no artigo “Estimativa etária e de crescimento de tartarugas-verde, *Chelonia mydas*, encontradas no litoral do Paraná, sul do Brasil”, formatado de acordo com as normas da revista *Herpetologica*.

Palavras-chave: Atlântico Sul Ocidental. Esqueletocronologia. LAG. Tartaruga marinha.

ANDRADE, Mariane Ferrarini. **Age and growth green turtle juveniles, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), found on the Paraná State coast, southern Brazil.** 2014. 77p. Dissertation (Master's degree in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

Chelonia mydas (Linnaeus, 1758), popularly known as green turtle, has circunglobal distribution in oceans of tropical and subtropical waters, near the continental shelf and islands, being rare in temperate waters of seas. The Paraná State coast, southern Brazil, comprises important area of development and food for juvenile individuals of *C. mydas*, from different nesting sites. However different impacts affect these animals in the coast of Paraná, including the incidental catch in fishing nets, which occurs very frequently. Thus, the integrated conservation efforts in these areas are essential for the maintenance of species, and genetic variability. The biological development of this species, as information on the age structure and natural growth rates, habitat use patterns and migration are essential to conservation efforts and mitigation measures become effective in relation to the reduction of mortality of these animals. Thus, in this paper the results are presented using the esqueletocronologia of age structure and growth for-green turtles found on the coast of Paraná. The green turtles were collected between the years 2008 to 2013. Each animal was measured the curved carapace length (CCC) in centimeters, removed the upper arms and, where possible, identified sex. The age of 63 individuals with CCC ranging between 30.0 and 58.0 cm was estimated between two and eight years: 11 were males, ranging between 31.5 and CCC 43.0 cm and age between two and six years, and , 10 females measuring 36.5 to 58.0 cm CCC and range of age from two to eight years. The average CCC and age did not differ between males and females. The diameter of the section were measured, the maximum length and the average width of the humerus and found to increase both with respect to the CCC, as these measures as increasing age. However, differences between the CCC could only be observed from the age of six. Differences in age and CCC between individuals analyzed in different seasons and between years sampled were found. The estimated growth rate ranged from 0.03 2.9 cm / year and growth factor k generated by von Bertalanffy model was equal to 1.14. The results of this study are presented in the article "estimate age and growth of green turtles, *Chelonia mydas*, found on the coast of Paraná, southern Brazil", formatted according to the standards of Herpetologica magazine.

Keywords: Western south atlantic. Esqueletocronologia. LAG. Sea turtle.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO

- Figura 1** - Espécime de *Chelonia mydas* juvenil encalhada morta em praia do litoral paranaense..... 11
- ARTIGO. Estimativa etária e crescimento de juvenis de tartarugas-verde, *Chelonia mydas*, encontradas no litoral do Paraná, sul do Brasil
- Figura 1** - Litoral do Estado do Paraná, destacando a zona praial entre Pontal do Paraná e Matinhos, o Complexo Estuarino de Paranaguá ao norte e a Baía de Guaratuba ao sul, além das ilhas do Mel, Peças e Superagui. (Crédito: LEC/ CEM-UFPR) 24
- Figura 2** - Medidas do (a) comprimento máximo; (b) largura média e as indicações da região da crista deltopeitoral e da cicatriz de inserção do músculo deltopeitoral no úmero de espécime de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná..... 26
- Figura 3** - Organograma do processamento dos úmeros de espécimes de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná no período de 2008 a 2013..... 27
- Figura 4** - Fotomicrografia da secção inteira e das metades do úmero de juvenil de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná 28
- Figura 5** - Fotomicrografia da secção do úmero de juvenil de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná com indicação da medida do diâmetro úmero 28
- Figura 6** - Fotomicrografia da secção do úmero de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná em que as barras pretas são (a) *annulus* e (b) LAGs..... 29
- Figura 7** - Fotomicrografia da secção do úmero de juvenis de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013, com presença de linhas anômalas, em que as setas indicam (a) linha suplementar; (b) linha dupla; (c) linhas múltiplas 30
- Figura 8** - Relação entre o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) em centímetros e a idade em anos da amostra total dos indivíduos de *Chelonia mydas* encontrados encalhados mortos no litoral do Paraná no período de 2008 a 2013..... 34
- Figura 9** - Relação entre o (A). comprimento máximo (Cm); (B). largura média (Lm); (C). largura da secção (Ls) do úmero, em centímetros e a idade em anos, de indivíduos de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013..... 36

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

- Tabela 1** - Variação das médias do comprimento curvilíneo de carapaça (CCCm) em centímetros com os respectivos desvios padrão (s) e valores mínimo e máximo (mín.-máx.) conforme a idade em anos, dos indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* amostrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013. N= número de indivíduos 33
- Tabela 2** - Idade em anos de machos e fêmeas de indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* encontrados encalhados mortos no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013, com o número de indivíduos (N) e seus respectivos comprimentos curvilíneos de carapaça (CCCm) em centímetros, desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.)..... 33
- Tabela 3** - Distribuição dos indivíduos de *Chelonia mydas* ao longo dos anos de amostragem de 2008 a 2013 no litoral do Paraná. N= número total de indivíduos correspondente ao ano amostrado, com as médias de comprimento curvilíneo de carapaça (CCCm) em centímetros e idade em anos, com seus respectivos desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.)..... 34
- Tabela 4** - Distribuição dos indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* ao longo das estações dos anos de 2008 a 2013 no litoral do Paraná. N= número total de indivíduos correspondente ao ano amostrado, com as médias de comprimento curvilíneo de carapaça (CCCm) e idade em anos, com seus respectivos desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.), e as amplitudes em centímetros 35
- Tabela 5**- Fator de crescimento k e taxas de crescimento em centímetros (cm) por ano, com o respectivo número amostral (N), intervalo de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) em centímetros, oceano em que foram encontrados os espécimes de *Chelonia mydas* analisados e autores dos trabalhos publicados no período de 1981 a 2002, incluindo o presente estudo..... 35

Tabela 6 - Comprimento máximo (Cm), largura máxima (Lm) e largura da secção (Ls) em centímetros, dos úmeros dos juvenis de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013, com seus respectivos desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.) nas idades estimadas..... 37

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1.1 <i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	11
1.2 Estimativa de idade e de taxa de crescimento pelo método de marcação e recaptura	13
1.3 Estimativa de idade e de taxa de crescimento pela esqueletocronologia.....	15
OBJETIVOS	19
ARTIGO. Estimativa etária e crescimento de juvenis de tartarugas-verde, <i>Chelonia mydas</i> , encalhadas no litoral do Paraná, sul do Brasil	20
RESUMO	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS	32
Discussão	37
AGRADECIMENTOS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
BIBLIOGRAFIA	51
APÊNDICE	60

INTRODUÇÃO

1.1. *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)

Chelonia mydas (Figura 1), popularmente conhecida como tartaruga-verde, apresenta distribuição circungal em oceanos tropicais e subtropicais, próximo à plataforma continental e ilhas, sendo raras em mares de águas temperadas (MÁRQUEZ, 1990).

Assim que eclodem, as tartarugas-verde seguem para as áreas oceânicas, onde passam os primeiros anos de vida até atingirem a fase juvenil (CARR, 1987). Quando juvenis, migram para a zona nerítica, fase em que ocorre a mudança gradual da dieta, passando de onívora para a tendência à herbivoria (FERREIRA et al., 2006). Na fase adulta, se deslocam entre as áreas de alimentação e reprodução, em regiões costeiras e ilhas oceânicas (TROËNG et al., 2005).



Figura 1. Espécime de *Chelonia mydas* juvenil encalhada morta em praia do litoral paranaense. (Fonte: LEC – CEM/UFPR).

As tartarugas-verde são registradas ao longo de toda a costa brasileira, utilizando-a tanto para reprodução quanto para alimentação. No Brasil, compreendem áreas de reprodução o Arquipélago de Fernando de Noronha (Pernambuco), Atol das (Rio Grande do Norte) e a Ilha de Trindade (Espírito Santo). No entanto, áreas de desova secundárias ocorrem no litoral norte do estado da Bahia e, esporadicamente, no litoral dos estados do Espírito Santo, Sergipe e Rio Grande do Norte (SPOTILA, 2004; ALMEIDA et al., 2011).

A maioria das tartarugas que se alimentam na costa brasileira procede de nidificações da Ilha de Ascensão no Reino Unido, da Ilha de Trindade no Brasil, da Ilha de Aves na Venezuela e do Suriname (NARO-MACIEL et al., 2007). Áreas de alimentação e desenvolvimento de *C. mydas* são registradas ao longo de toda zona costeira brasileira. Entretanto, somente algumas são continuamente monitoradas (BUGONI et al., 2003; ALMEIDA et al., 2011; PAN/ICMBIO, 2011).

O litoral do Paraná é considerado como importante área de alimentação, onde há predominância das tartarugas-verde juvenis que, na região, têm como principal item da dieta a fanerógama marinha *Halodule wrightii* Ascherson, 1868 (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011). No entanto, nessas áreas, os espécimes de *C. mydas* são afetados por diferentes impactos antrópicos, dentre os quais são comuns as capturas acidentais pelas atividades pesqueiras (GUEBERT-BARTHOLO et al., 2011; LÓPEZ-BARRERA et al., 2012).

Apesar dos programas de conservação desenvolvidos, as populações de tartarugas marinhas ainda se encontram em declínio. *Chelonia mydas* é considerada em perigo de extinção (EN) na lista vermelha de fauna ameaçada da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2012) e vulnerável (VU) na lista brasileira (MACHADO et al., 2008; ICMBio, 2013). Esta classificação está relacionada ao declínio das populações causado pelos impactos, tais como, a poluição, pesca comercial, captura acidental em redes de pesca

industrial e artesanal, destruição das áreas de alimentação e das áreas de desova (LÓPEZ-MENDILAHARSU et al., 2005; ALMEIDA et al., 2011; PAN/ICMBIO, 2011).

O conhecimento a respeito da fase juvenil é importante para a caracterização do estoque regional, quanto às taxas de crescimento e idade de maturação sexual, dados estes, essenciais para orientação de ações de manejo e redução de impactos (MENDONÇA, 1981; BJORN DAL E BOLTEN, 1988; ZUG et al., 2002). Contudo, o complexo padrão de migração ao longo da vida, torna difícil o acompanhamento do crescimento e a estimativa da idade das tartarugas marinhas (BJORN DAL et al., 1998). Os métodos de marcação e recaptura e de esqueletocronologia vêm sendo utilizados para auxiliar na estimativa da idade e de taxas de crescimento, e, desta forma, possibilitam gerar informações sobre a biologia e a ecologia das tartarugas marinhas juvenis (BALAZS e CHALOUPKA, 2004; GOSHE et al., 2010).

1.2. Estimativa de idade e de taxa de crescimento pelo método de marcação e recaptura

Diversos estudos de idade e crescimento foram realizados com indivíduos de *C. mydas* utilizando diferentes metodologias, dentre as quais, a mais comumente empregada é a de marcação e recaptura, que consiste na marcação e, então, na comparação das medidas do comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) a cada captura dos animais marcados (SNOVER, 2002).

Mendonça (1981) reportou as taxas de crescimento de juvenis de tartarugas-verde na Lagoa Mosquito na Flórida, EUA, onde foram marcados 95 exemplares com o CCC entre 29,5 e 75,4 cm. Mudanças nos comprimentos da carapaça destes animais foram observadas e a taxa média de crescimento, durante o período analisado, foi igual a 3,5 cm/ano. Contudo, houve declínio no crescimento conforme ocorreu o aumento do tamanho corpóreo. A previsão estabelecida no trabalho foi de que tartarugas-verde com 30,0 cm de CCC teriam de três a oito anos de idade e, aos 80,0 cm de CCC, cerca de 22 anos. Mendonça (1981) relatou, ainda, as

dificuldades em se conhecer a duração de tempo que estes animais permanecem na área de desenvolvimento, a idade com que chegam nela e o tamanho mínimo para alcançarem a maturidade sexual.

Frazer e Ladner (1986) reuniram os dados do trabalho realizado por Schmidt (1916) com as tartarugas-verde encontradas em ilhas na Virgínia, EUA, e, geraram uma curva de crescimento utilizando o modelo de von Bertalanffy. Os oito indivíduos estudados tiveram os CCC medidos em um intervalo de 0,3 a 0,9 anos. O CCC dos espécimes variou entre 28,5 e 57,0 cm, o fator de crescimento, valor da taxa de crescimento constante, gerado foi de 0,08. Os autores sugeriram que fosse gerada uma nova curva com dados mais atuais da população local, o que foi realizado por Boulon e Frazer (1990). Para tanto, foram marcadas 41 tartarugas-verde com CCC variando entre 25,6 e 62,3 cm, e recapturadas em intervalos de 0,3 a três anos, entre 1981 e 1986. A taxa de crescimento foi igual a 4,8 cm/ano, similar à encontrada por Schmidt (1916).

Green (1993) analisou as taxas de crescimento das tartarugas-verde nas Ilhas Galápagos, Equador. O CCC dos animais variou entre 46,2 e 89,5 cm, sendo que o intervalo de recaptura foi de oito a 32,5 meses. As taxas de crescimento oscilaram entre 0,1 a 0,5 cm/ano, em que os indivíduos com CCC entre 50,0 e 60,0 cm tiveram as maiores taxas de crescimento. Em comparação com outros estudos, as taxas de crescimento das tartarugas-verde em Galápagos apresentaram valores extremamente baixos. Sugeriram, então, que o resultado encontrado estava relacionado ao fato de que parte da população seja residente no local de alimentação, enquanto a outra parte migra constantemente, o que gera taxas de crescimento diferenciadas. Além disso, o crescimento destes animais ocorreria em fases, ou seja, quando há abundância de alimento crescem mais em menos tempo, compensando os períodos de baixa oferta de recursos alimentares.

Em 2000, Bjørndal et al. analisaram variáveis que poderiam influenciar a taxa de crescimento, tais como, o sexo, o tamanho corpóreo, o sítio de recaptura, o ano e o intervalo de recaptura, além da regulação do crescimento pela densidade-dependência. Foram estudados 539 indivíduos no período de 17 anos. As tartarugas-verde tinham CCC variando entre 25,3 a 82,3 cm e a taxa de crescimento encontrada esteve entre 0,1 a 10,8 cm/ano, com média de 4,2 cm/ano. Somente o intervalo de recaptura não teve efeito sobre o crescimento. Os autores abordaram, pela primeira vez, a necessidade de se considerar a influência da densidade-dependência, uma vez que mudanças nas taxas de crescimento estavam diretamente relacionadas ao aumento do número de indivíduos na população local e, assim, à diminuição dos recursos alimentares.

Balazs e Chaloupka (2004) apresentaram resultados de análises temporais e espaciais da dinâmica de crescimento de tartarugas-verde residentes nas cinco maiores áreas de alimentação do Havaí, EUA. Para isso, foram recapturadas 680 tartarugas-verde com CCC entre 28,0 e 95,0 cm, as taxas de crescimento variaram de 0,0 a 2,5 cm/ano e o crescimento máximo em torno dos 50,0 cm de CCC. As funções de crescimento para esta população foram consideradas não-monotônicas, refletindo um pico de crescimento dos espécimes juvenis e, em longo prazo, um declínio nas taxas de crescimento, possivelmente devido aos efeitos da densidade-dependência para o local. Além disso, verificaram que ocorre variabilidade geográfica nas taxas de crescimento dos indivíduos dentro do mesmo estoque genético, devido à qualidade e à disponibilidade dos recursos alimentares.

1.3. Estimativa de idade e de taxa de crescimento pela esqueletocronologia

A esqueletocronologia compreende um método de investigação de crescimento e idade, no qual são analisadas as marcas do crescimento ósseo. Esse método apresenta potencial para produzir resultados mais rápidos que o método de marcação e recaptura

(SNOVER, 2002) e gerar informações da história de vida dos animais analisados (ZUG et al., 1990). É baseado na premissa de que, em muitos vertebrados, o crescimento do esqueleto é cíclico, produzindo marcas de crescimento, que consistem em uma zona de atividade de deposição de crescimento rápido do osso, seguida por zonas mais estreitas de períodos de crescimento lento ou ausentes, frequentemente exibindo periodicidade anual (SNOVER e HOHN, 2004).

O primeiro trabalho usando esqueletocronologia, encontrado na literatura para tartarugas-verde, foi o de Zug e Balazs (1985), em que foram utilizados úmeros de dez espécimes de *C. mydas* no Havaí e de uma tartaruga na Ilha Canton, República de Kiribat, com CCC entre 33,6 e 92,7 cm. A idade estimada para esses animais variou entre um e 16 anos.

Um segundo trabalho foi publicado analisando a população de tartarugas-verde do sudeste das Bahamas (Bjorndal et al., 1998) e pela primeira vez tentou-se determinar a anualidade da deposição das marcas de crescimento, utilizando a oxitetraciclina (OTC) como um marcador ósseo. Setenta e oito tartarugas foram capturadas e tiveram a OTC injetada no músculo. Após intervalo de dois a três anos os animais foram recapturados, a biópsia do úmero de 25 indivíduos foi realizada e as amostras analisadas quanto as marcas de crescimento. O CCC dos indivíduos variou de 43,1 a 68,0 cm e a taxa de crescimento, calculada pelo método de recaptura, variou entre 1,3 a 8,6 cm/ano. No entanto, por não ocorrer um padrão de deposição anual para as marcas de crescimento foi sugerido que o ciclo de deposição varia entre estoques populacionais e de um local para outro, devendo ser consideradas para as análises as variáveis como clima, temperatura da água e recursos alimentares.

Zug e Glor (1998) publicaram o estudo referente às tartarugas-verdes juvenis encontradas na Flórida, em que foram analisados, histologicamente, os úmeros de 59

indivíduos, medindo entre 26,6 e 77,0 cm de CCC. Esses animais apresentaram idade variando entre três e 14 anos e as taxas de crescimento de 0,8 a 11,3 cm/ano. Os autores propuseram um ciclo de vida para a população local, em que a fase oceânica teria duração dos três aos seis anos e indivíduos com CCC entre 25,0 e 30,0 cm, e, a fase nerítica, iniciaria entre os seis e oito anos, quando as tartarugas apresentariam CCC entre 30,0 e 60,0 cm. Sugeriram, ainda, que os indivíduos começariam a mudar de área de alimentação com CCC em torno de 50,0 cm e com 10 a 14 anos de idade.

Zug et al. (2002) também estimaram a idade e a taxa de crescimento de tartarugas-verde do Havaí e compararam dois métodos, o denominado fator de correção (FC) descrito por Parham e Zug (1997) e o *Spline integration* (SI) proposto pelos autores. Para isso, utilizaram os úmeros de 104 indivíduos com o CCC variando entre 28,7 e 96,0 cm. Pelo modelo FC a idade variou de 4,1 a 34,6 anos, enquanto que, pelo SI, de 3,3 a 49,4 anos. As taxas de crescimento, de 4,4 cm/ano em juvenis com 20,0 a 30,0 cm de CCC, diminuíram para 2,0 a 2,5 cm/ano em torno dos 10 anos de idade e para menos de 1,0 cm/ano em tartarugas que atingiram a maturidade sexual e tinham entre 90,0 e 100,0 cm de CCC. Ambos os métodos foram eficazes para estimar a idade, no entanto, o FC apresentou limitações quanto ao tamanho máximo dos indivíduos a serem analisados.

O primeiro estudo utilizando a esqueletocronologia que forneceu evidências indiretas de que as marcas de crescimento para *C. mydas* são anuais foi o de Goshe et al. (2010). Visando estimar a idade de maturação das tartarugas-verde do Atlântico norte, os autores utilizaram úmeros de animais que estavam em cativeiro e tinham a idade conhecida, e, encontram um padrão de deposição anual das marcas de crescimento. Para isso foram analisados 109 indivíduos, desde filhotes com 4,6 cm CCC até adultos com 103,6 cm CCC que tiveram as idades estimadas entre um e 29 anos. De acordo com os autores, estes dados

devem ser considerados para uso em modelos populacionais e na avaliação da situação de risco de extinção da espécie.

Na sequência, Snover et al. (2011) validaram a anualidade da deposição de marcas em tartarugas-verde analisando úmeros de 14 indivíduos coletados no Havaí, os quais receberam injeção com o marcador fluorescente oxitetraciclina (OTC). Os espécimes tinham CCC entre 44,5 e 85,5 cm e foi constatada anualidade na deposição das marcas de crescimento para os indivíduos de tartarugas-verde que tiveram a análise na região da crista deltopeitoral. Entretanto,, não foram encontradas, novamente, evidências de deposição na região utilizada por Bjorndal et al. (1998). Além de fornecer suporte à deposição anual das marcas de crescimento, o estudo reforça a utilização da oxitetraciclina como um eficaz marcador ósseo. Em 2013, Avens e Snover compilaram dados de importantes estudos realizados com idade e crescimento de *C. mydas* e destacaram os resultados obtidos quanto ao uso dos diferentes métodos.

Para a costa da América do Sul apenas dois trabalhos foram realizados, ambos na região sul do Brasil. O primeiro foi o de Trigo (2004), em que foi proposta a estimativa da idade e replicação das técnicas utilizadas por Zug et al. (1986). Foram estudados os úmeros de 11 espécimes de *C. mydas* encontrados no litoral do Rio Grande do Sul que tinham CCC variando de 29,0 a 49,0 cm e idade estimada entre um e cinco anos. Diversas dificuldades foram citadas quanto à reprodução do método proposto, o que gerou problemas nas estimativas de idade. O segundo foi realizado por Guterres et al. (2013), também para o litoral do Rio Grande do Sul. Foram analisadas 73 tartarugas-verde com CCC variando entre 28,0 e 63,0 cm e a idade estimada entre três e 16 anos. A maior parte da amostra se concentrava em indivíduos entre 30,0 e 49,9 cm de CCC e com até sete anos de idade. Os autores propuseram que a fase de transição da área oceânica para a área nerítica ocorra até os 13 anos de idade.

Desta forma, o estudo da estrutura etária e do crescimento das tartarugas-verde encontradas no litoral do estado do Paraná é essencial para caracterização biológica dos espécimes que ocorrem no Atlântico Sul Ocidental, ampliando o conhecimento quanto à história de vida destes animais, além de contribuir com informações importantes para direcionamento de ações de gestão e conservação.

OBJETIVOS

Com o presente estudo objetivou-se estimar a amplitude etária, o fator e a taxa de crescimento dos espécimes juvenis de *C. mydas* encontrados no litoral do Paraná, no período de 2008 a 2013, visando:

- relacionar o crescimento de estruturas ósseas com a idade;
- avaliar diferenças entre os sexos, sazonais e anuais, quanto à amplitude de idade e ao comprimento curvilíneo de carapaça dos indivíduos.

**Estimativa etária e crescimento de juvenis de tartarugas-verde, *Chelonia mydas*,
encontradas no litoral do Paraná, sul do Brasil**

Revista pretendida: Herpetologica; Fator de impacto: 1.08

RESUMO

No litoral do estado do Paraná, sul do Brasil, importante área de desenvolvimento para indivíduos juvenis de tartarugas-verde (*Chelonia mydas*), foram estudadas a idade e o crescimento de 63 animais encontrados mortos entre os anos de 2008 e 2013. De cada indivíduo foi medido o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC), o úmero foi retirado, medido quanto ao comprimento máximo, diâmetro da secção e largura média e utilizado para análise de idade, por meio da contagem das marcas de crescimento e, quando possível, o sexo dos animais foi identificado. As tartarugas-verde tinham entre 30,0 e 58,0 cm de CCC, com idades variando entre dois e oito anos. Destas, 11 eram machos e tinham CCC entre 31,5 e 43,0 cm e idade média ($\pm s$) igual a $3,5 \pm 1,3$ anos e 10 eram fêmeas medindo de 36,5 a 58,0 cm de CCC e idade média ($\pm s$) de $4,4 \pm 1,8$ anos. Não foram encontradas diferenças no CCC médio e na idade entre machos e fêmeas. Igualmente, entre os anos amostrados, de 2008 a 2013, e entre as estações do ano, as tartarugas-verde apresentaram, em média, mesma idade e CCC. O fator de crescimento k gerado pelo modelo de von Bertalanffy foi de 1,14 e as taxas de crescimento calculadas pela diferença de CCC médio encontrado entre cada idade variaram entre 0,03 a 2,90 cm/ano. Tanto o CCC como o comprimento máximo, o diâmetro da secção e a largura média do úmero apresentaram relação positiva com a idade. O litoral do Paraná é uma área de recrutamento da zona oceânica para nerítica de tartarugas-verde, assim como, de alimentação e deslocamento para juvenis maiores. Desta forma, esta região destaca-se como de grande importância para a conservação e manutenção desta ameaçada espécie de tartaruga marinha no Oceano Atlântico Sul Ocidental.

Palavras-chave: Atlântico Sul Ocidental; Desenvolvimento; Esqueletocronologia; Idade; Tartaruga-marinha.

INTRODUÇÃO

O litoral sul do Brasil é considerado como importante área de alimentação para tartarugas marinhas que ocorrem na região do Oceano Atlântico Sul Ocidental (ASO) (Barros, 2010; PAN/ICMBio, 2011; Gonzáles-Carman et al., 2012). Estas áreas de forrageamento são utilizadas por estoques populacionais mistos e recebem, principalmente, tartarugas-verde provenientes de locais de nidificação como Suriname e Ilhas de Ascensão (Reino Unido), Aves (Venezuela) e Trindade (Brasil) (Naro-Maciel et al., 2007).

Os monitoramentos por satélite de juvenis de tartarugas-verdes, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), demonstraram que estes animais apresentam alta fidelidade aos sítios de alimentação (Godley et al., 2003; Gonzáles-Carman et al., 2012). Desta maneira, os esforços integrados de conservação nestas regiões são essenciais para a manutenção das diferentes Unidades Regionais de Manejo (URMs) de tartarugas-marinhas (Zug e Glor, 1998; Wallace et al., 2010). Estas URMs são definidas como agrupamentos regionais em áreas geográficas consideradas importantes em termos de presença, densidade e riqueza destes animais, as quais podem ser compostas por várias populações, estoques genéticos ou ecológicos (Wallace et al., 2010).

A costa do estado do Paraná, sul do Brasil, é registrada como área de alimentação e desenvolvimento para indivíduos juvenis de tartaruga-verde (Guebert-Bartholo et al., 2011). No entanto, nesta região as atividades pesqueiras sobrepõem às áreas de alimentação das tartarugas marinhas, tornando frequentes as capturas acidentais destes animais nas redes de emalhe (Guebert-Bartholo et al., 2011, López-Barrera et al., 2012). As capturas ocorrem em maior frequência no período do inverno, estação em que se concentra o maior esforço pesqueiro com redes de emalhe de fundo na região (Robert et al., 2011) e na qual, possivelmente, há intensificação da migração das tartarugas-verde da região sul do ASO para norte (incluindo a costa paranaense). As tartarugas migram em busca de áreas com

temperatura mais elevada e maior disponibilidade de alimento (Musick e Limpus, 1997; González-Carman et al., 2012).

Para que os esforços de conservação e medidas mitigatórias tornem-se eficazes em relação à redução da mortalidade, é importante que as URM's sejam caracterizadas quanto à dinâmica de crescimento, deslocamento e uso do hábitat, e, também quanto a sua variabilidade, seja esta ecológica, morfológica ou genética (Wallace et al., 2010). A informação quanto à idade, que possibilita conhecer as taxas naturais de crescimento, a fase de desenvolvimento e a idade de maturação, é essencial para a compreensão da dinâmica da população, seus padrões de uso de hábitat e migração (Bjorndal e Bolten, 1988; Zug et al., 2002).

No entanto, para tartarugas marinhas, a idade é um dado difícil de ser obtido, devido à influência de variáveis externas no crescimento, ao desenvolvimento lento, à alta longevidade, além do complexo padrão de migração destes animais no decorrer de seu ciclo de vida (Bjorndal et al., 1998; Snover, 2002). Tais fatores dificultam o acompanhamento do crescimento e a determinação da idade das tartarugas-marinhas, não apenas dentro de um determinado estágio de vida, mas também de uma fase ontogenética para a outra (Snover, 2002).

Para este grupo taxonômico, a esqueletocronologia tem sido considerada eficaz para estimar as idades, com potencial para produzir resultados rápidos quando comparados aos estudos de marcação e recaptura (Avens e Goshe, 2007; Petit et al., 2012). Este método tem base na premissa de que o crescimento do esqueleto é cíclico e que as marcas de crescimento são depositadas anualmente nos ossos, existindo uma relação proporcional entre o crescimento destes e o corpóreo (Snover e Hohn, 2004, Snover et al., 2011). Deste modo, por meio da diferença nas medidas dos comprimentos curvilíneos de carapaça entre as idades

estimadas pelas marcas de crescimento nos ossos, é possível calcular as taxas de crescimento (Snover e Honh, 2004).

No entanto, é importante destacar que as taxas de crescimento podem variar entre indivíduos, assim como entre as áreas de forrageamento (Bolten et al., 2003; Braun-Mcneil et al., 2008), devido a fatores como temperatura da água, recursos alimentares, energia despendida durante a migração, origem genética e grau de maturidade (Goshe et al., 2010). Assim, visando contribuir para a caracterização bioecológica das tartarugas-verde que utilizam o litoral do Paraná como área de forrageamento e deslocamento, objetivou-se estimar a amplitude etária, o fator (k) e a taxa de crescimento de espécimes juvenis, além de relacionar o crescimento de estruturas ósseas com a idade e avaliar diferenças entre os sexos, sazonais e anuais, quanto à idade e ao comprimento da carapaça.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O litoral do Estado do Paraná apresenta pequena extensão linear, com cerca de 90 km, sendo composto por duas baías bem desenvolvidas, a de Guaratuba e a de Paranaguá (Lamour et al., 2004) (Fig.1). A Baía de Guaratuba, localizada na porção sul do litoral (25°52'S; 48°39'W), tem pequena extensão superficial com 50 km, apresenta única desembocadura e bancos arenosos que são parte de um delta de maré vazante (Lamour et al., 2007). O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) (48°25'W; 25°30'S) na região centro-norte do estado, faz parte de um grande sistema estuarino subtropical, com área igual a 612 km², sendo composto por dois eixos de orientação: a Baía de Paranaguá, com 56 km de extensão no eixo leste-oeste e a Baía das Laranjeiras, com 30 km de extensão no eixo norte-sul (Lana et al., 2001).

No CEP, campos da grama marinha *Halodule wrightii* Ascherson, 1868 são encontrados em abundância no verão e na primavera, na região denominada de baixo estuário, localizada no eixo que liga o balneário de Pontal do Sul à Ilha de Superagui, na Ilha das Cobras e entre a Ilha Rasa da Cotinga e a Ilha do Mel (Sordo et al., 2011).

O clima da região é caracterizado como *Cfa* (subtropical úmido mesotérmico), com pluviosidade média igual a 2.500 mm e umidade atmosférica média de 85% (Lana et al., 2001). Os extremos da temperatura da água de superfície variam de 27 a 33°C durante a estação chuvosa (verão e outono) e entre 10 e 15°C na estação seca (inverno e primavera) (Barletta et al., 2008).

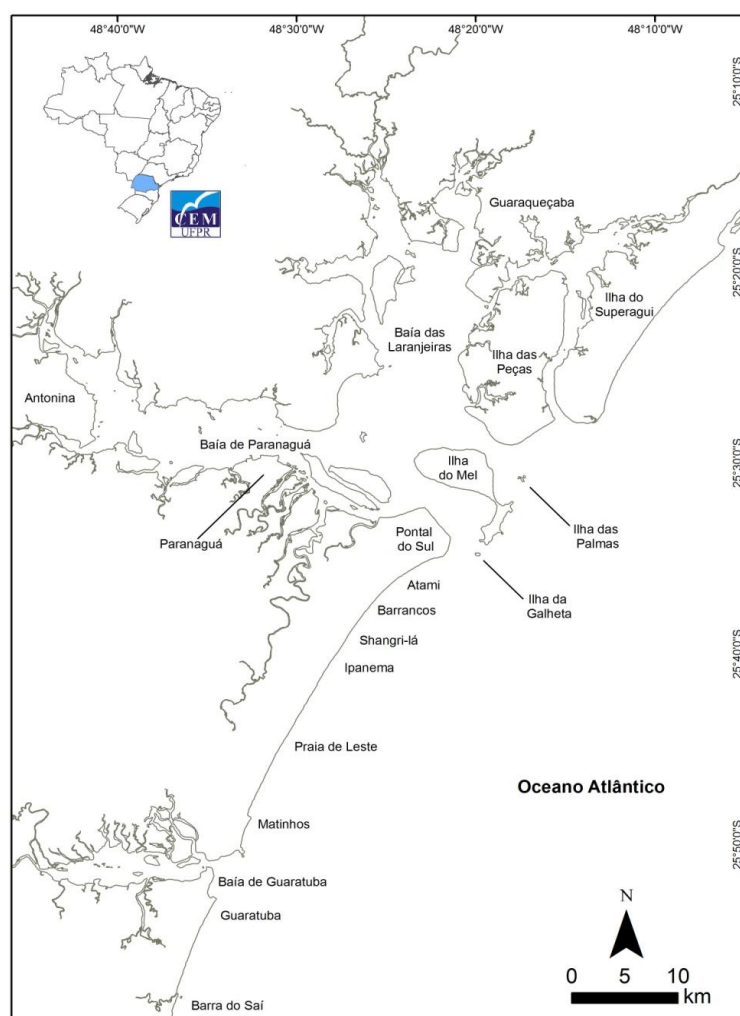


Fig. 1.- Litoral do Estado do Paraná, destacando a zona praial entre Pontal do Paraná e Matinhos, o Complexo Estuarino de Paranaguá ao norte e a Baía de Guaratuba ao sul, além das ilhas do Mel, Peças e Superagui (Crédito: LEC/ CEM-UFPR).

Coleta das amostras

Foram analisados exemplares de tartarugas-verde encontrados mortos encalhados ou oriundos de capturas acidentais no litoral do Paraná, entre os anos de 2008 e 2013. De cada espécime foi mensurado o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC), que compreende a distância entre a região da placa nugal até a porção mais distal da placa supracaudal (Bolten, 1999), com auxílio de fita métrica. Após, as tartarugas-verde foram fotografadas e necropsiadas de acordo com Wyneken (2001). Os indivíduos que se encontravam frescos ou parcialmente decompostos tiveram as gônadas retiradas e processadas histologicamente para a identificação do sexo, de acordo com o protocolo apresentado por Rosa (2009).

Os úmeros, esquerdo e direito, foram coletados, dissecados, macerados até a retirada total do tecido mole, limpos e secos naturalmente. Estes ossos foram utilizados para a estimativa da idade, por apresentarem maior proporção de osso cortical em relação ao esponjoso, retendo maior número de marcas de crescimento (Zug et al., 1986).

Processamento das amostras

Foram realizadas duas medições dos úmeros, com paquímetro digital de 0,01 mm de precisão, para as análises de crescimento somático: o comprimento máximo (Cm), distância da extremidade mais próxima do processo ulnar à superfície articular distal; e largura média (Lm), que compreende a distância transversal da superfície pré-axial à pós-axial no ponto de largura mínima (Zug et al., 1986) (Fig. 2).

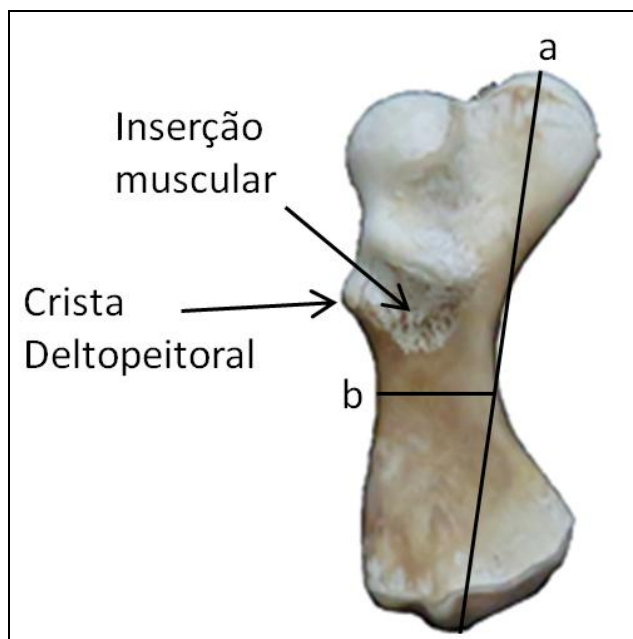


Fig. 2.- Medidas do (a) comprimento máximo; (b) largura média e as indicações da região da crista deltopeitoral e da cicatriz de inserção do músculo deltopeitoral no úmero de espécime de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná.

Para a esqueletocronologia os ossos foram processados seguindo as metodologias propostas por Zug et al. (1986), Snover e Hohn (2004) e Avens e Goshe (2007) (Fig. 3). Com auxílio de uma serra elétrica foram retiradas secções de 2,0 a 4,0 mm na porção distal da crista deltopeitoral do úmero de cada animal, região logo abaixo da cicatriz da inserção do músculo deltopeitoral. Os fragmentos foram fixados em formalina a 10% e, então, descalcificados em solução de ácido fórmico a 50% e citrato de sódio a 20%, por cerca de três semanas. Após descalcificados, secções de 25,0 a 30,0 μm foram obtidas com auxílio de um micrótomo de congelamento (Jung Frigamo), coradas com hematoxilina de Erlich e montadas em lâminas histológicas com glicerina a 100%.

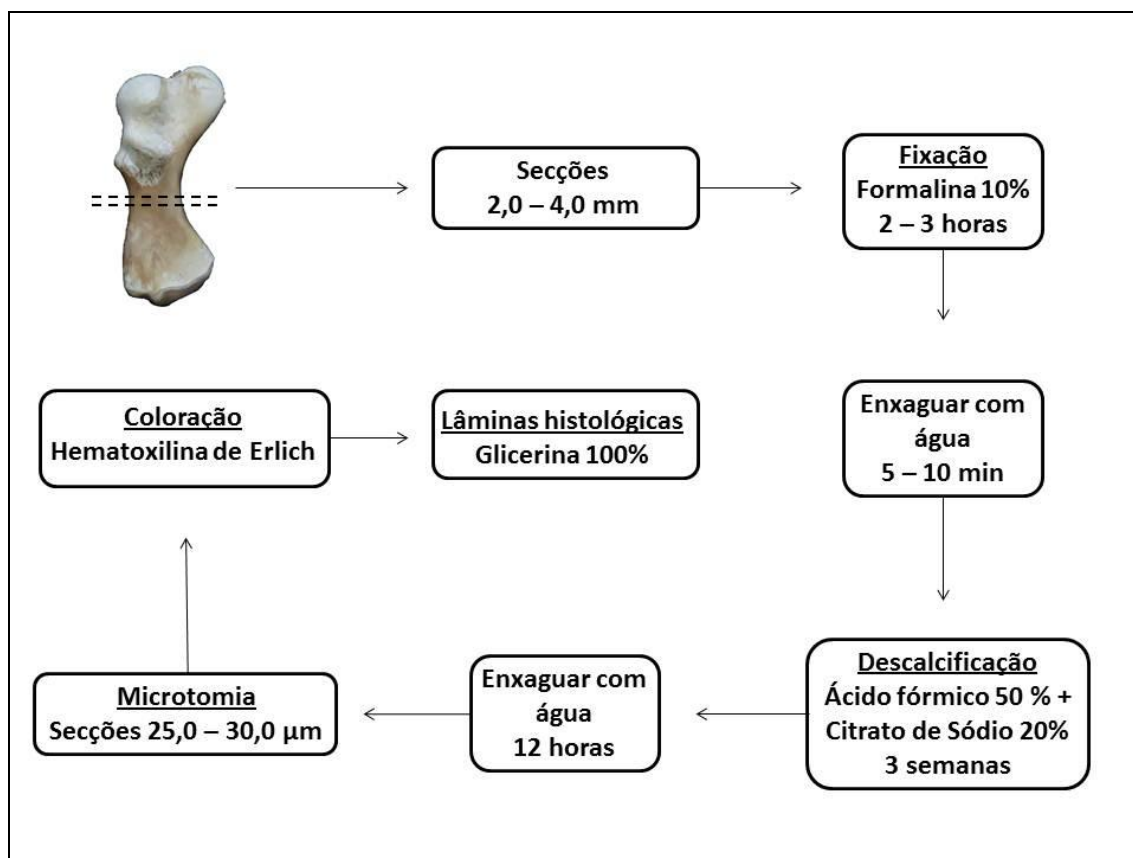


Fig. 3.- Organograma do processamento dos úmeros de espécimes de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná no período de 2008 a 2013.

Estimativa de idade

De cada lâmina, o corte do osso inteiro e cada metade deste, foram fotografados em microscópio estereoscópico com câmara fotográfica acoplada (Leica DFC295). As leituras foram conduzidas por um único leitor, de forma aleatória, sendo realizadas três leituras para cada metade do osso e para o osso inteiro, com intervalo de cinco dias entre cada uma, para que fosse garantida a independência entre estas. Quando não houve concordância entre os resultados, a quarta leitura foi realizada, seguindo o proposto por Snover e Hohn (2004) (Fig. 4). Após, o diâmetro dos cortes dos úmeros foi mensurado com o auxílio do programa ImageJ 1.47t (Fig. 5).

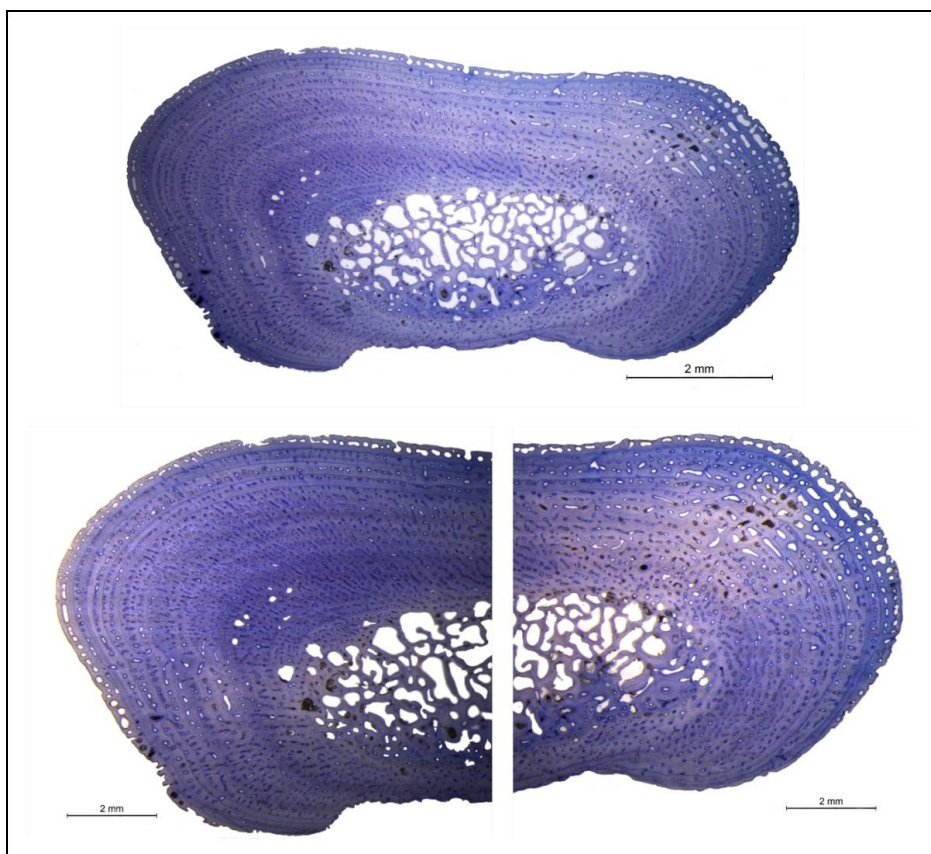


Fig. 4.- Fotomicrografia de secção inteira e das metades do úmero de juvenil de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná.

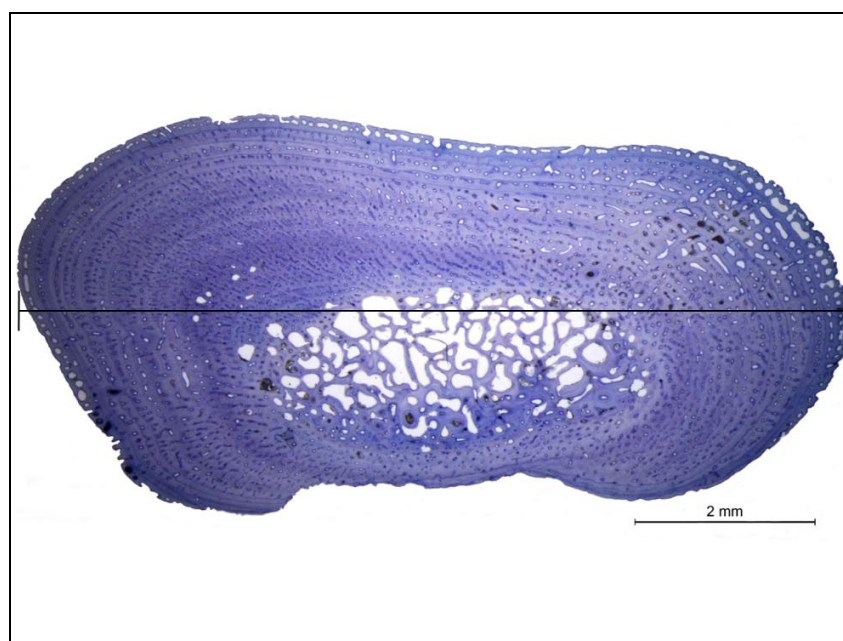


Fig. 5.- Fotomicrografia de secção do úmero de juvenil de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná com indicação da medida do diâmetro do úmero.

A idade foi estimada pelo número total de marcas de crescimento, compostas por uma área clara que compreende uma zona de alta atividade de deposição do osso e representa crescimento rápido, seguida por uma área escura, de crescimento lento ou ausência deste, denominada LAG (*Line Arrested Growth*), que pode ser difusa ou distinta (Goshe et al., 2010). Juntas, as áreas representam um ciclo, em que apenas as linhas de crescimento que completam a circunferência do osso são consideradas como um ano (Zug et al., 1986; Snover e Hohn, 2004; Goshe et al., 2010; Snover et al., 2011) (Fig. 6).

O anel difuso mais próximo à região medular do osso foi considerado como o primeiro anel (*annullus*) (Fig. 6) e as LAGs mais próximas da borda externa do osso, como as mais recentes. Assim, a estimativa de idade se deu pela somatória do *annullus* com o número total de LAGs (Zug et al., 1986).

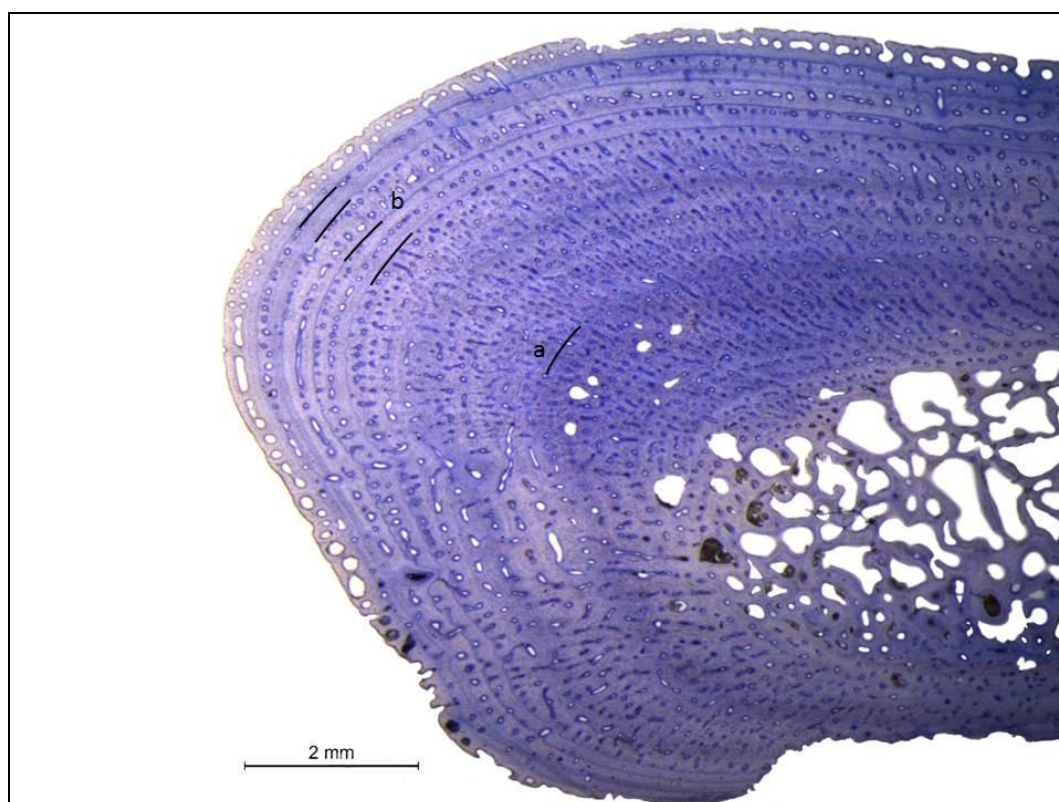


Fig. 6.- Fotomicrografia de secção do úmero de juvenil de *Chelonia mydas* encontrado no litoral do Paraná em que as barras pretas são (a) *annullus* e (b) LAGs.

Para tentar diminuir o erro das leituras com relação às linhas anômalas (Castanet e Smirina, 1990), as metades de cada osso foram analisadas independentemente e somente as marcas que seguiram as premissas propostas no trabalho de Snover e Hohn (2004) foram consideradas como linhas de crescimento. As anomalias foram interpretadas como: linhas duplas, em que duas LAGs muito próximas e seguindo a mesma direção ao longo de toda a circunferência, são contabilizadas cada uma como um ano; linhas que bifurcam, são múltiplas linhas na mesma região de circunferência do osso, e são contadas cada uma como uma LAG; e linhas suplementares, são linhas finas semelhantes às LAGs que não aparecem em toda a circunferência, possuem secções transversais e contraste óptico fraco, não sendo contabilizadas (Fig. 7).

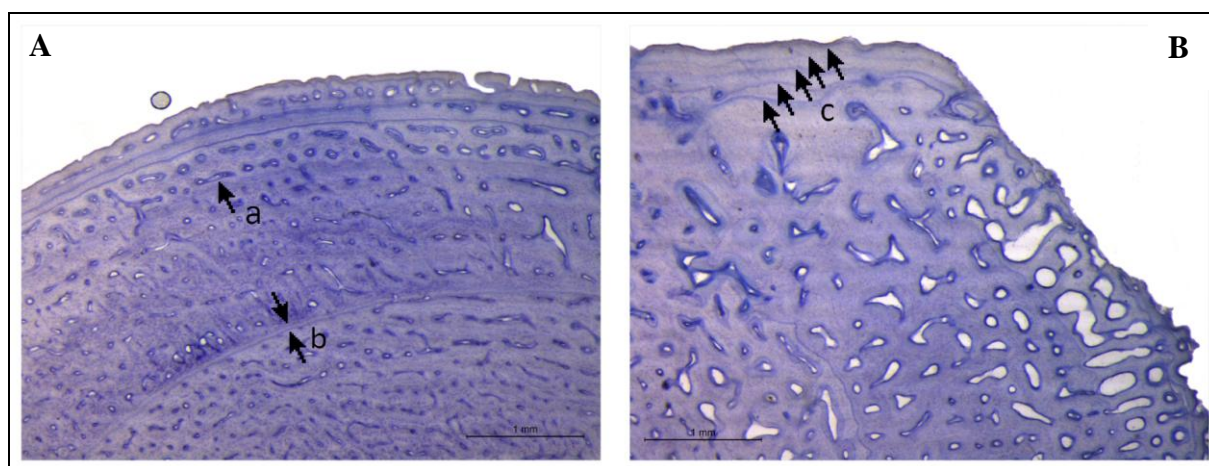


Fig. 7.- Fotomicrografia de secção do úmero de juvenis *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013, com presença de linhas anômalas, em que as setas indicam (a) linha suplementar; (b) linha dupla; (c) linhas múltiplas.

Análises

Estatística descritiva

Foram calculadas as médias e os respectivos desvios padrão dos CCC e das idades dos machos, das fêmeas e do total de indivíduos analisados, bem como, do CCC das tartarugas-verde em cada idade. Para as estações e os anos amostrados também foram calculadas as

médias e os desvios padrão dos CCC e das idades, referentes à amostra geral, assim como, do comprimento máximo, da largura média e do diâmetro da secção dos úmeros para cada idade.

Testes estatísticos

O teste paramétrico *t* de Student foi utilizado para confrontar as médias da idade estimada e do CCC entre machos e fêmeas. As médias de idade e de CCC entre os indivíduos analisados nas estações do ano e entre os anos, e dos CCC nas diferentes classes de idade, foram confrontadas pelo teste de Comparação Múltipla de Tukey-Kramer, precedido pela análise de variância ANOVA. O mesmo teste foi aplicado para comparação das médias das medidas dos úmeros entre as diferentes idades. O teste de correlação de Pearson foi aplicado para verificar a relação entre o CCC e as idades na amostra total, assim como, do comprimento máximo, da largura média e do diâmetro da secção do úmero com as idades. Em todas as análises o nível de significância considerado foi o de 95% ($p < 0,05$).

Análise do crescimento

Para estimar o fator de crescimento para as tartarugas-verde, utilizou-se o modelo de crescimento de von Bertalanffy, o qual estabelece o comprimento do corpo como uma função da idade (FAO, 1998), principalmente por ser o modelo mais amplamente empregado em trabalhos de crescimento para tartarugas marinhas e por apresentar ajuste adequado (Mendonça, 1981; Frazer e Ehrhart, 1985; Boulon e Frazer, 1990; Goshe et al., 2010). A fórmula geral do modelo de von Bertalanffy pode ser descrita por:

$$L_t = L_{\infty} \times (1 - b e^{-kt})$$

onde L_t corresponde ao comprimento na idade t , L_∞ é o valor assintótico desta medida, b é o parâmetro relacionado ao comprimento no t_0 , e é a base do logaritmo natural, k é a taxa de crescimento constante e t é a idade em anos. Considerando que os indivíduos analisados no presente estudo restringem-se à fase juvenil, foi assumido para estabelecimento do modelo o valor inicial de CCC ($L_0 = b$) como 4,6 cm (Goshe et al., 2010) e o valor do L_∞ foi fixado como o valor do maior indivíduo encontrado na amostra com 58,0 cm de comprimento curvilíneo de carapaça. A taxa de crescimento foi estabelecida pela diferença entre o comprimento curvilíneo de carapaça calculado para cada idade estimada.

RESULTADOS

Foram analisadas 63 tartarugas-verde com CCC variando de 30,0 a 58,0 cm (Tabela 1). Destas, 11 eram machos e tinham CCC entre 31,5 e 43,0 cm e 10 eram fêmeas medindo de 36,5 a 58,0 cm de CCC (Tabela 2). Fêmeas e machos não diferiram quanto ao CCC ($p > 0,05$).

Os indivíduos apresentaram idade entre dois e oito anos, com média igual ($\pm s$) a $4,1 \pm 1,6$ anos (Tabela 1). Para os machos, a idade média ($\pm s$) estimada foi igual a $3,5 \pm 1,3$ com variação de dois a seis anos, e não diferiu ($p > 0,05$) da das fêmeas, cuja média ($\pm s$) foi igual a $4,4 \pm 1,8$ anos e idades entre dois e oito anos (Tabela 2). Ressalta-se que 81,2% dos machos e 70,0% das fêmeas tinham entre dois e quatro anos e 66,7% da amostra total compreenderam tartarugas-verde com este intervalo de idade. Os indivíduos que não tiveram o sexo determinado apresentaram média ($\pm s$) de idade de $4,2 \pm 1,6$ anos, variação de dois a sete anos e CCC entre 30,0 e 55,0 cm com média ($\pm s$) igual a $39,8 \pm 5,4$ cm. Embora os indivíduos com a mesma idade tenham ampla variação de CCC, assim como, algumas tartarugas-verde com diferentes idades apresentem o mesmo valor de CCC, confirmou-se o incremento do comprimento conforme o aumento da idade ($r^2 = 0,42$; $p < 0,05$; $y = 30,6 + 2,3x$) (Figura 8). Contudo, quando confrontadas as médias de CCC, constatou-se que os indivíduos com até

cinco anos não diferem quanto a este parâmetro ($p > 0.05$) e somente a partir dos seis anos é possível verificar diferenças ($g.l = 5$; $F = 6,59$; $q > 4,17$; $p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Variação das médias do comprimento curvilíneo de carapaça (CCCm) em centímetros com os respectivos desvios padrão (s) e valores mínimo e máximo (mín.-máx.) conforme a idade em anos, dos indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* amostrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013. N=número de indivíduos.

Idade	N	CCCm \pm s (mín.-máx.)
2	10	36,4 \pm 3,3 (30,5-42,5)
3	16	37,2 \pm 3,8 (30,0-43,5)
4	16	39,2 \pm 2,6 (33,5-43,0)
5	9	41,4 \pm 6,3 (33,5-53,5)
6	5	43,3 \pm 4,2 (36,8-46,5)
7	6	46,3 \pm 5,6 (40,0-55,0)
8	1	58,0
Total	63	39,8 \pm 5,5 (30,0-58,0)

Tabela 2. Idade em anos de machos e fêmeas de indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* encontrados encalhados mortos no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013, com o número de indivíduos (N) e seus respectivos comprimentos curvilíneos de carapaça (CCCm) em centímetros, desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.).

Idade	Machos		Fêmeas	
	N	CCCm \pm s (mín.-máx.)	N	CCCm \pm s (mín.-máx.)
2	3	34,8 \pm 0,1 (34,5-35,1)	1	39,5
3	3	35,5 \pm 5,2 (31,5-41,0)	2	40,0 \pm 2,8 (38,0-42,0)
4	3	41,7 \pm 1,3 (40,5-43,0)	4	38,5 \pm 1,9 (36,5-41,0)
5	1	35,5	1	43,0
6	1	41,3	–	–
7	–	–	1	49,3
8	–	–	1	58,0
Total	11	37,6 \pm 4,1 (31,5-43,0)	10	42,4 \pm 6,6 (36,5-58,0)

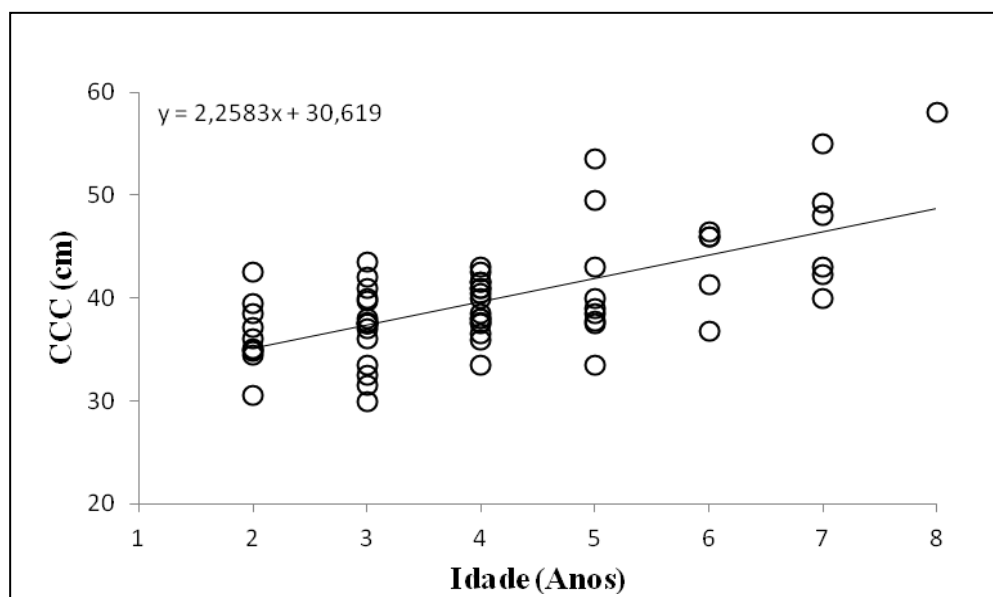


Fig. 8.- Relação entre o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) em centímetros e a idade em anos da amostra total dos indivíduos de *Chelonia mydas* encontrados encalhados mortos no litoral do Paraná no período de 2008 a 2013.

No período de 2008 a 2013, as tartarugas-verde encontradas no litoral do Paraná apresentaram as mesmas amplitudes de variação, tanto de idade quanto de CCC (Idade- g.l= 5; $F= 0,40$; $q= >0,41$; $p>0,05$ / CCC- g.l= 3; $F= 1,82$; $q= >4,1$; $p>0,05$) (Tabela 3). Resultado similar foi constatado entre as estações (Idade- g.l= 3; $F= 1,98$; $q= <3,74$; $p>0,05$ / CCC- g.l= 3; $F= 0,59$; $q= <3,74$; $p>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 3. Distribuição dos indivíduos de *Chelonia mydas* ao longo dos anos de amostragem de 2008 a 2013 no litoral do Paraná. N= número total de indivíduos correspondente ao ano amostrado, com as médias de comprimento curvilíneo de carapaça (CCCm) em centímetros e idade em anos, com seus respectivos desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.).

Anos	N	CCC \pm s (mín.-máx.)	Idade \pm s (mín.-máx.)
2008	6	43,3 \pm 10,1 (31,5-55,0)	4,7 \pm 1,6 (3,0-7,0)
2009	6	41,0 \pm 5,3 (33,5-49,5)	3,5 \pm 1,2 (2,0-5,0)
2010	7	37,1 \pm 3,4 (33,5-43,0)	3,9 \pm 1,6 (2,0-7,0)
2011	14	39,9 \pm 6,3 (30,0-58,0)	4,2 \pm 1,4 (3,0-8,0)
2012	23	38,2 \pm 3,4 (30,5-46,0)	3,9 \pm 1,6 (2,0-7,0)
2013	6	42,9 \pm 3,4 (39,5-49,3)	4,0 \pm 2,1 (2,0-7,0)

Tabela 4. Distribuição dos indivíduos juvenis de *Chelonia mydas* ao longo das estações dos anos de 2008 a 2013 no litoral do Paraná. N= número total de indivíduos correspondente ao ano amostrado, com as médias de comprimento curvilíneo de carapaça (CCCm) e idade em anos, com seus respectivos desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.) e as amplitudes em centímetros.

Estação do ano	N	CCC ± s (mín.-máx.)	Amplitude CCC (cm)	Idade ± s (mín.-máx.)
Inverno	22	38,1±3,9 (30,5-46,5)	16,0	3,8±1,5 (2,0-7,0)
Outono	14	42,5±6,2 (34,5-58,0)	23,5	4,6±1,7 (2,0-8,0)
Primavera	14	40,5±7,0 (31,5-55,0)	23,5	4,1±1,6 (2,0-7,0)
Verão	13	39,2±4,6 (30,0-48,0)	18,0	4,0±1,6 (2,0-7,0)

O fator de crescimento calculado para as tartarugas-verde juvenis encontradas no litoral do Paraná foi de $k=1,14$ (c.f. modelo de von Bertalanffy). As taxas de crescimento variaram de 2,9 cm/ano para os indivíduos com idade entre dois e três anos até 0,03 cm/ano para os espécimes com sete e oito anos de idade (Tabela 5).

Tabela 5. Fator de crescimento k e taxas de crescimento em centímetros (cm) por ano, com o respectivo número amostral (N), intervalo de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) em centímetros, oceano em que foram encontrados os espécimes de *Chelonia mydas* analisados e autores dos trabalhos publicados no período de 1981 a 2002, incluindo o presente estudo.

Autores	Local do estudo	CCC	N	k	Taxa de crescimento (cm/ano)
Mendonça (1981)	Atlântico Norte	29,5–75,4	12	–	0,96–6,4
Frazer e Ladner (1986)	Atlântico Norte	28,5–57,0	8	0,08	–
Boulon e Frazer (1990)	Atlântico Norte	25,6-62,3	41	0,05	4,8
Green (1993)	Pacífico	46,2-89,5	34	–	0,1-0,5
Bjorndal et al. (1998)	Atlântico Norte	43,1-68,0	78	–	1,3-8,6
Zug e Glor (1998)	Atlântico Norte	26,6-77,0	59	0,17/0,30*	0,8-11,3
Bjorndal et al. (2000)	Atlântico Norte	25,3-82,3	539	–	0,1–10,8
Zug et al. (2002)	Pacífico	28,7-96,0	104	–	1,0–4,4
Presente estudo (2014)	Atlântico Sul	30,0 – 58,0	63	1,14	0,03 – 2,9

*O primeiro valor é referente ao modelo de Gompertz e o segundo ao modelo Logístico.

O comprimento máximo dos úmeros também tende a um aumento com a idade, sendo o espécime mais velho com maior comprimento máximo ($r^2=0,47$; $p<0,05$). O mesmo foi encontrado para o diâmetro da secção ($r^2=0,37$; $p<0,05$). No entanto, o valor máximo da largura média não foi referente ao indivíduo mais velho e sim ao segundo com mais idade ($r^2=0,25$; $p<0,05$), embora também tenha sido constatada a tendência de aumento dos valores (Figura 9). A partir dos cinco anos as diferenças no comprimento máximo do úmero são evidenciadas (g.l= 5; F= 8,23; $q> 4,17$; $p<0,05$), enquanto que, para a largura máxima (g.l= 5; F= 3,83; $q> 4,17$; $p<0,05$) e a largura da secção (g.l= 5; F= 5,41; $q> 4,17$; $p<0,05$) as diferenças ocorreram somente aos sete anos de idade (Tabela 6).

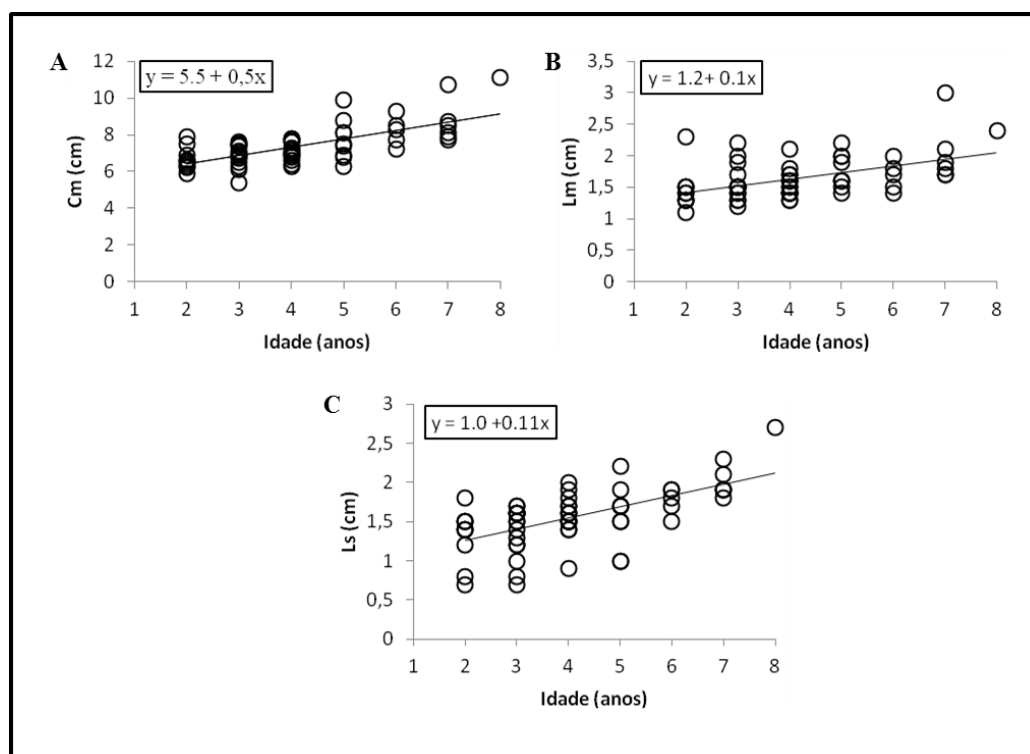


Fig. 9.- Relação entre o (A). comprimento máximo (Cm); (B). largura média (Lm); (C). largura da secção (Ls) do úmero, em centímetros e a idade em anos, de indivíduos de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013.

Tabela 6. Comprimento máximo (Cm), largura máxima (Lm) e largura da secção (Ls) em centímetros, dos úmeros dos juvenis de *Chelonia mydas* encontrados no litoral do Paraná entre os anos de 2008 e 2013, com seus respectivos desvios padrão (s), mínimo e máximo (mín.-máx.) nas idades estimadas.

Idade	Cm ± s (mín.-máx.)	Lm ± s (mín.-máx.)	Ls ± s (mín.-máx.)
2	6,7±0,6 (5,9-7,9)	1,5±0,3 (1,1-2,3)	1,3±0,3 (0,7-1,8)
3	7,0±0,6 (5,4-7,8)	1,6±0,3 (1,2-2,2)	1,4±0,3 (0,7-1,7)
4	7,1±0,5 (6,3-7,8)	1,6±0,2 (1,3-2,1)	1,6±0,3 (0,9-2,0)
5	7,8±1,1 (6,3-10,0)	1,8±0,3 (1,4-2,2)	1,6±0,4 (1,0-2,2)
6	8,2±0,8 (7,2-9,3)	1,7±0,3 (1,4-2,0)	1,8±0,2 (1,5-2,0)
7	8,6±1,2 (7,8-10,7)	2,0±0,5 (1,7-3,0)	2,0±0,2 (1,8-2,4)
8	11,2	2,4	2,7
Total	7,4±1,5 (5,4-11,2)	1,6±0,3 (1,1-3,0)	1,6±0,4 (0,7-2,7)

Discussão

No litoral do Paraná, indivíduos juvenis de tartarugas-verde com CCC entre 30,0 e 58,0 cm e idade estimada entre dois a oito anos, são encontrados utilizando a região para alimentação e desenvolvimento. Conforme registrado para espécimes na Flórida (EUA) e no Havaí (EUA), as tartarugas-verde com CCC entre 28,0 e 35,0 cm são consideradas recém-recrutadas para a zona nerítica (Zug e Glor, 1998; Zug et al., 2002) e, pressupondo este intervalo de CCC como indicador de recrutamento para o Paraná, a idade média encontrada para os indivíduos nesta fase é de $2,9 \pm 1,0$, variando entre dois e cinco anos. Em estudos em que a duração da etapa oceânica foi estimada, as idades calculadas variaram entre sete a 14 meses (Carr et al., 1978), três a seis anos (Zug e Glor, 1998), de quatro a 10 anos (Zug et al., 2002), entre três e cinco anos (Reich et al., 2007) e de um a sete anos (Goshe et al., 2010). Considerando essas variações, a idade média de recrutamento para a zona nerítica é igual a

4,8 ± 2,4 anos, estando o intervalo de idade desta fase estimado no presente estudo, inserido na variação observada nos trabalhos citados. Esta informação destaca o litoral paranaense como zona de recrutamento na região do Oceano Atlântico Sul Ocidental.

A transição das tartarugas-verde da fase oceânica para a nerítica corresponde também à mudança da dieta onívora para a tendência à herbivoria, conforme o aumento do CCC (Jones e Seminoff, 2013). No litoral paranaense, juvenis maiores e mais velhos utilizam a região simultaneamente aos recém-recrutados, para alimentação e deslocamento. Resultados semelhantes foram registrados em áreas de forrageamento na Flórida, nas quais a idade dos indivíduos varia de três a 22 anos e CCC entre 26,6 e 77,0 cm (Mendonça, 1981; Zug e Glor, 1998).

A URM (Unidade Regional de Manejo) que utiliza o Paraná é composta por machos e fêmeas juvenis com até oito anos de idade e que, em média, não apresentam crescimento diferenciado, sugerindo que ambos os sexos aproveitem recursos alimentares nutricionalmente similares. Desta forma, sugere-se que, qualquer que seja o sexo dos animais utilizados para o cálculo de crescimento desta URM, no intervalo de idade de até oito anos, o valor resultante será semelhante. O dimorfismo sexual entre os indivíduos de tartarugas-verde é evidenciado por volta dos 14 anos e a diferenciação das taxas de crescimento por volta dos 60,0 cm de CCC (Zug et al., 1986; Bjorndal et al., 2000; Goshe et al., 2010). Uma vez que no litoral paranaense foram encontrados indivíduos com, no máximo, oito anos de idade e 58,0 cm de CCC, é esperado que não existam diferenças entre o sexo quanto aos parâmetros de CCC. A ausência de diferenças sexuais no CCC para tartarugas-verde juvenis também foi relatada por Bolten et al. (1992), Zug e Glor (1998) e Goshe et al. (2010).

A sobreposição dos CCC das tartarugas-verde com diferentes idades, assim como, a amplitude de variação dos CCC em cada idade estimada, podem sugerir que esses animais apresentam origens genéticas distintas (Naro-Maciel et al., 2007), tenham sido influenciados

por diferentes variáveis ambientais e/ou consumo de recursos alimentares diferenciados (Snover, 2002). A variação de CCC encontrada entre as idades pode ser explicada por um padrão individual de crescimento, em que cada espécime é influenciado pelas condições ambientais vividas (Zug e Glor, 1998; Bjorndal et al., 2003).

A correlação positiva encontrada entre o CCC e as medidas do úmero com a idade também é registrada nos trabalhos de Zug e Glor (1998), Zug et al. (2002) e Goshe et al. (2010). Contudo, no presente estudo, a associação entre as variáveis é baixa, tal fato, se deve, ao crescimento diferenciado entre os indivíduos com mesma idade, de forma que as medidas somáticas não apresentam forte correlação com o tempo de vida (Zug e Parham, 1996; Parham e Zug, 1997).

As diferenças de CCC no presente estudo só foram evidenciadas a partir dos seis anos de idade e 46,0 cm de CCC. Nas ilhas do Havá e em Galápagos (ECU), o pico de crescimento do CCC se dá dos 50,0 aos 65,0 cm, enquanto que na Flórida, o crescimento máximo do CCC ocorreu entre 50,0 e 69,9 cm (Green, 1993; Zug e Glor, 1998; Balazs e Chaloupka, 2004; Goshe et al., 2010). No presente estudo, somente 8,0% dos indivíduos tinham CCC acima de 50,0 cm, o que possivelmente ocasionou o baixo crescimento diferenciado entre as idades.

As taxas de crescimento podem sofrer alterações entre os anos amostrados, devido a fatores ambientais, entretanto estas também são determinadas pelas diferenças entre as *cohortes*, causadas por fatores genéticos (Chaloupka e Musick, 1997). Apesar das prováveis variações ambientais como temperatura, transparência, salinidade e profundidade da água para a costa paranaense, não foram encontradas diferenças quanto ao CCC e à idade dos indivíduos analisados entre os anos. Uma vez que, neste local, os animais são provenientes de diferentes regiões (estoque misto) (Naro-Maciel et al., 2007), os efeitos dos anos amostrados e de distintas *cohortes* se sobrepõem, não sendo possível diagnosticar as interferências destas

variáveis. Tal resultado pode ainda ser reforçado pela ausência de diferenças entre machos e fêmeas.

Em todos os anos também foi possível observar a inserção de indivíduos recém-recrutados na região paranaense (média de CCC de 33,1 cm), sendo que o período máximo que possivelmente permanecem na área não deve se diferenciar dos valores superiores encontrados, ou seja, oito anos de idade e 58,0 cm de CCC. De acordo com Zug e Glor (1998), em áreas de alimentação monitoradas na Flórida os indivíduos iniciam a saída destas regiões com CCC em torno de 50,0 cm, o que é corroborado no presente estudo pela média dos valores máximos de CCC das tartarugas-verde nos anos amostrados de 50,1cm. Estas informações sugerem que para algumas regiões, principalmente áreas de clima subtropical e temperado, pode haver segregação do uso do habitat por tartarugas-verde de diferentes classes de tamanho. Tal fato pode explicar o número reduzido de indivíduos maiores do que 60,0 cm na área estudada.

Nas estações do ano e entre os anos amostrados, a temperatura compreende outro fator relevante para a variação no crescimento das tartarugas-verde (Moon et al., 1997). Mudanças desta variável alteram o comportamento alimentar e os níveis hormonais desses animais. Tais modificações ocorrem em temperaturas menores que 10,0°C, com a interrupção da alimentação e consequente queda nas taxas de crescimento dos indivíduos (Schwartz, 1978; Milton e Lutz, 2003). Ao longo da costa do Paraná, conforme descrito por Barletta et al. (2008), os extremos da temperatura da água variam de 27,0°C a 33,0°C durante o verão e o outono e entre 10,0°C e 15,0°C no inverno e na primavera. Entretanto, é importante destacar que em ambientes estuarinos, como o CEP, a variação horizontal da temperatura é menor em relação às águas oceânicas, apresentando pouca estratificação vertical devido à baixa profundidade, uma vez que, a ação dos ventos acaba misturando as águas, tornando-as mais

homogêneas (Machado, 2011). Desta forma, no litoral no Paraná, a temperatura pode não exercer influência nas taxas de crescimento dos indivíduos enquanto estes utilizam a região.

A variação nas taxas de crescimento entre as classes de idade reflete o crescimento acelerado dos indivíduos menores durante o estágio de vida oceânica e do consumo de alimentos com maior valor energético, em relação à diminuição do crescimento com o aumento corpóreo (Bjorndal e Bolten, 1988). O baixo valor de crescimento de 0,03 cm/ano para os indivíduos de sete e oito anos é considerado comum para tartarugas marinhas, uma vez que é possível encontrar crescimento baixo ou ausente ao longo de um ano para indivíduos em ambientes naturais (Snover e Hohn, 2004).

Além disto, o baixo valor estimado da taxa de crescimento pode ser reflexo das diversas origens genéticas das tartarugas-verde que compõem a URM no litoral do Paraná. É importante relatar que variabilidade geográfica nas taxas de crescimento de indivíduos dentro do mesmo estoque genético foi detectada no Havaí (Balazs e Chaloupka, 2004). Outro fator importante a ser considerado, é que apesar das áreas de forrageamento no Brasil serem compostas por estoques populacionais mistos, análises do DNA mitocondrial indicam similaridade entre as tartarugas-verde nas áreas de alimentação brasileira, uma vez que, a maior contribuição genética é proveniente da Ilha de Ascensão, Reino Unido (Naro-Maciel et al., 2007). A maior proporção de indivíduos de Ascensão está ligada diretamente a influência das correntes na dispersão destes animais, que utilizam a Corrente Sul Equatorial para se deslocarem até costa da América do Sul, enquanto que tartarugas marinhas de outras áreas de nidificação podem ser mais propensas a se afastarem do Brasil pelo uso de outras correntes (Luke et al., 2004; Naro-Maciel et al., 2007). Este registro retorna o foco para as variações de crescimento referentes à qualidade e à disponibilidade dos recursos alimentares e das condições ambientais.

A seleção das áreas de alimentação pelos indivíduos possibilita explicar efeitos significativos no crescimento, desta forma, as migrações podem ser uma resposta à limitação e a qualidade dos alimentos (Bjorndal et al., 2000), assim como, da segregação do uso do habitat. Variabilidade no crescimento com base na diferença de recursos alimentares entre locais de forrageamento foi relatada para as tartarugas-verde no Havá (Balazs e Chaloupka, 2004), no sul da Grande Barreira de Corais (Chaloupka et al., 2004) e na Flórida (Kubis et al., 2009).

O crescimento em etapas para as tartarugas-verde é relatado por Green (1993), que discute a possibilidade de que estas cresçam em fases, apresentando alto crescimento quando as condições ambientais são favoráveis, compensando a queda de crescimento em situações adversas. Considerando os dados obtidos pelo presente estudo, além de ser dividido em fases, o crescimento dos juvenis apresenta oscilações dentro de uma mesma etapa. O crescimento individual leva a diferença no CCC de animais pertencentes à mesma fase, acarretando na sobreposição dos comprimentos e na grande amplitude deste parâmetro dentre e entre as idades.

A limitação da amplitude de CCC e da idade estimada para os indivíduos encontrados no litoral paranaense, pôde influenciar no fator de crescimento k , não permitindo que o modelo de von Bertalanffy fosse extrapolado para as idade e tamanhos desconhecidos. A ausência na amostra de indivíduos maiores que 58,0 cm, reduzem a precisão na estimativa dos tamanhos assintóticos, uma vez que a correlação do L_{∞} e k é negativa e extremamente forte, a baixa precisão da variável L_{∞} dificulta a estimativa do valor de k (Boulon e Frazer, 1990). No entanto, apesar da amostra não apresentar indivíduos em todas as fases de CCC, o fator de crescimento k calculado é representativo dos indivíduos de tartarugas-verde juvenis que utilizam o litoral do Paraná, podendo este ser confrontado e utilizado para análises de URM com o mesmo intervalo de CCC encontrado nesta região.

Embora já existam estudos de validação do método de esqueletocronologia para as tartarugas-verde, faz-se importante que o mesmo seja realizado para os espécimes no litoral do Paraná. Tal validação auxiliará não apenas na confirmação da deposição anual das marcas de crescimento como, também, na identificação das LAGs anômalas que podem ocasionar equívocos na estimativa da idade (Snover e Hohn, 2004), além de possibilitar a padronização da leitura para esta URM.

Uma vez que as taxas de crescimento são distintas entre os indivíduos e entre áreas de forrageamento, estudos de esqueletocronologia, associados à marcação e recaptura e rastreamentos por transmissores satelitais são de grande importância no auxílio do entendimento em médio e longo prazo quanto à dinâmica populacional e migratória das tartarugas-verde (Mendonça, 1981; Bolten et al., 2003; Braun-Mcneil et al., 2008; Goshe et al., 2010; Petit et al., 2012).

O litoral do Paraná é uma área de recrutamento para a zona nerítica de tartarugas-verde, assim como, de alimentação e deslocamento para juvenis maiores, propiciando o desenvolvimento de espécimes de diversos estoques populacionais, que podem residir na área ou apenas a utilizar durante ciclos migratórios. Desta forma, esta região destaca-se como de grande importância para a conservação e manutenção desta ameaçada espécie de tartaruga marinha no Oceano Atlântico Sul Ocidental.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina (UEL), pelo apoio logístico, financeiro e de transporte; a CAPES pela bolsa de estudos; ao Laboratório Histogen da UEL pela infraestrutura disponibilizada para o processamento das amostras; ao Laboratório de Ecologia e Conservação de Mamíferos e Tartarugas Marinhas da Universidade Federal do Paraná, pela coleta e disponibilização do

material; a Fundação Araucária e a Fundação Grupo Boticário pelo suporte financeiro para a obtenção das amostras; a Me. Roberta Petitet e ao Laboratório de Ecologia e Conservação da Megafauna Marinha da Universidade Federal de Rio Grande pelo apoio ao processamento do material. Material coletado com a licença ICMBio/SISBIO 18955/1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avens, L. e L. R. Goshe. 2007. Comparative skeletochronological analysis of Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) and loggerhead (*Caretta caretta*) humeri and sclera ossicles. *Marine Biology* 152:1309–1317.
- Barletta, M.; Amaral, C.S.; Corrêa, M.F.M.; Guebert, F.M.; Dantas, D.V.; Lorenzi, L.; Saint-Paul, U. 2008. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. *Journal of Fish Biology* 73:1314-1336.
- Balazs, G. H. e M. Chaloupka. 2004. Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles (*Chelonia mydas*) resident in the Hawaiian Archipelago. *Marine Biology* 145:1043–1059.
- Barros, J. A. 2010. Alimentação da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) em habitat oceânico e nerítico no sul do Brasil: composição, aspectos nutricionais e resíduos sólidos antropogênicos. Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande.
- Bjorndal, K. A. 1980. Nutrition and grazing behavior of the green turtle, *Chelonia mydas*. *Marine Biology* 56:147-154.
- Bjorndal, K. A. and A. B. Bolten. 1988. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia* 1988:555–564.
- Bjorndal, K. A.; A.B Bolten; R.A. Bennett; E.R. Jacobson; R.J. Wronski; J.J. Valeski e P.J. Eliazar. 1998. Age and growth in sea turtles: Limitations of skeletochronology for demographic studies. *Copeia* 1998:23–30.

- Bjorndal, K. A., A.B. Bolten e M. Y. Chaloupka. 2000. Green turtle somatic growth model: Evidence for density dependence. *Ecological Applications* 10:269–282.
- Bjorndal, K.A. e J.B.C. Jackson. 2003. "IU Roles of Sea Turtles in Marine Ecosystems: Reconstructing the Past." *The biology of sea turtles* 2: 261.
- Bolten, A.B.; K.A. Bjorndal; J.S. Grumbles; D. W. Owens. 1992. Sex Ratio and Sex-Specific Growth Rates of Immature Green Turtles, *Chelonia mydas*, in the Southern Bahamas. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Copeia* 4:1098-1103.
- Bolten, A. B. 1999. Techniques for measuring sea turtles." *Research and management techniques for the conservation of sea turtles* 4 : 1-5.
- Bolten, A. B. 2003. Variation in sea turtle life history patterns: Neritic vs. oceanic developmental stages. In *The Biology of Sea Turtles*, Vol. II, eds. P. L. Lutz, J. A. Musick, and J. Wyneken, pp. 243–257. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Boulon R.H.; Frazer, N. B. 1990. Growth of wild juvenile Caribbean Green turtles, *Chelonia mydas*. *Journal of Herpetology* 24: 441-445.
- Braun-McNeill, J.; S.P. Epperly; L. Avens; M.L. Snover e J.C. Taylor. 2008. Growth rates of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the western North Atlantic. *Herpetological Conservation and Biology* 3:273–281.
- Carr, A.; M.H Carr; A.B Meylan. 1978. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The west Caribbean green turtle colony. *Bulletin of the American Museum of National History* 162, 1–46.
- Castanet, J. e Smirina, E. 1990. Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Ann Sci Nat Zool* 13e Ser 11: 191–196.
- Chaloupka, M.Y. Musick, J.A. 1997. Age, growth and population dynamics. In. Lutz PJ, Musick JA (eds) *The biology of sea turtles*. Chap 9. CRC Marine Science Senes, CRC Press Inc. Boca Raton, p. 235-278 Cleveland W, 1993.

- Chaloupka, M.; C. Limpus; J. Miller. 2004. Green turtle somatic growth dynamics in a spatially disjunct Great Barrier Reef metapopulation. *Coral Reefs* 23:325–335.
- FAO, 1998. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment - Part 1: Manual. <http://www.fao.org/docrep/w5449e/w5449e00.htm>. Acessado em 12 de janeiro de 2014
- Frazer, N. G. e L. M. Ehrhart. 1985. Preliminary growth models for green, *Chelonia mydas*, and loggerhead, *Caretta caretta*, turtles in the wild. *Copeia* 1985:73–79.
- Frazer, N. B. e R. C. Ladner. 1986. A growth curve for green sea turtles, *Chelonia mydas*, in the U.S. Virgin Islands 1913–1914. *Copeia* 1986:798–802.
- Godley, B. J.; Lima, E. H. S. M.; Akesson, S.; Broderick, A. C.; Glen, F.; Godfrey, M. H.; Luschi, P. e Hays, G. C. 2003. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. *Marine Ecology Progress Series*, 253:279-288.
- González-Carman, V.; V. Falabella; S. Maxwel; D. Albareda; C. Campagna e H. Mianzan. 2012. Revisiting the ontogenetic shift paradigm: The case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 429: 64-72.
- Goshe, L. R., L. Avens, F. S. Scharf, and A. L. Southwood. 2010. Estimation of age at maturation and growth of Atlantic green turtles (*Chelonia mydas*) using skeletochronology. *Marine Biology* 157:1725–1740.
- Green, D. 1993. Growth rates of wild immature green turtles in the Galápagos Islands, Ecuador. *Journal of Herpetology* 27: 338-341.
- Guebert, F.; Rosa, L.; Filla, G. F. e Domit, C. 2009. Plano de Conservação para Tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) in Plano de Ação de Conservação para Tetrapodas marinhos no Paraná. Paraná. Instituto Ambiental do. IAP/Projeto Paraná Biodiversidade.

Guebert-Bartholo, F. M.; M. Barletta; M. F. Costa e E.L.A. Monteiro-Filho. 2011. Using gut contents of juvenile green turtles *Chelonia mydas* to assess foraging patterns in the Paranaguá Estuary, Brazil. *Endangered Species Research* 13: 131-143.

ICMBio. Lista de espécies ameaçadas. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>>.

Acesso em: 10 out. 2013.

Jones, T. T. e Seminoff, J. A. 2013. Feeding Biology: Advances from Field-Based Observations, Physiological Studies, and Molecular Techniques. *In* *Biology of Sea Turtle*. Lutz, Peter L., John A. Musick, and Jeanette Wyneken, eds. Vol. 3. CRC press.

Kubis, S., M. Chaloupka; L. Ehrhart e M. Bresette. 2009. Growth rates of juvenile green turtles *Chelonia mydas* from three ecologically distinct foraging habitats along the east central coast of Florida, USA. *Mar Ecol Prog Ser* 389: 257-269.

Lamour, M. R.; C.R. Soares e J. C. Carrilho. 2004. Mapas dos parâmetros texturais dos sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – Pr. *Boletim Paranaense de Geociências* 55: 77-82.

Lamour, Marcelo Renato. Morfodinâmica Sedimentar da Desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá. 2007. 177 f. Tese de Doutorado-Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Lana, P. C.; E. Marrone; R.M. Lopes e E.C. MACHADO. 2001. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. *In*: Seeliger, U. e Kjerfve, B. (Eds). *Coastal Marine Ecosystems of Latin América*. Berlim: Ecological Studies, Springer-Verlag Berlin Heidelberg p.131-145.

López-Barrera, E. A.; G.O. Longo.; E.L.A. Monteiro-Filho. 2012. Incidental capture of green turtle (*Chelonia mydas*) in gillnets of small-scale fisheries in the Paranaguá Bay, Southern Brazil. *Ocean & Coastal Management* 60: 11-18.

- Luke, K.; Horrocks, J.A.; Le Roux R.A. e Dutton, P.H. 2004. Origins of green turtle (*Chelonia mydas*) feeding aggregations around Barbados, West Indies. *Mar Biol.* 144:799–805.
- Machado, C. G. 2011. Caracterização química dos agregados e sedimentos superficiais na zona de máxima turbidez no complexo estuarino de Paranaguá (CEP). *Boletim Paranaense de Geociências*, 65
- Mendonca, M. T. 1981. Comparative growth rates of wild immature *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* in Florida. *Journal of Herpetology* 15:447–451.
- Milton, S.L. e P. Lutz. Physiological and genetic response to environmental stress. In: Lutz P, JA Musick, and J Wyneken, eds. *The Biology of Sea Turtles*, Vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003, pp. 163–198.
- Moon, D.Y; S.M. Duncan e D.W.M. Owens. 1997. Simulated hibernation of sea turtles in the laboratory: I. Feeding, breathing frequency, blood pH, and blood gases. *The Journal of experimental zoology* 278.6: 372-380.
- Musick, J.A. e C.J Limpus. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. *The biology of sea turtles* 1: 137-163.
- Naro-Maciel, E.; J.H. Becker; E.H.S.M. Lima; M.A. Marcovaldi, e R. DeSalle. 2007. Testing dispersal hypotheses in foraging green sea turtles (*Chelonia mydas*) of Brazil. *J. Hered.* 98: 29–39.
- Parham, J. F. e G. R. Zug. 1997. Age and growth of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) of coastal Georgia: An assessment of skeletochronological age-estimates. *Bulletin of Marine Science* 61:287–304.
- Petit, R., E.R. Secchi, L. Avens e P.G. Kinas. 2012. Age and growth of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in southern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 456:255–268.

- Marcovaldi, M. A.; Santos, A. S. 2011. Plano de Ação Nacional para a Conservação das Tartarugas Marinhas. Brasília- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. 120 p.
- Reich, K.J., K.A. Bjorndal e A.B. Bolten. 2007. bThe ‘lost years’ of green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages. *Biology letters* 3.6: 712-714.
- Robert, M. C. 2011. Relatório técnico conclusivo- InterMar: Integração entre a Pesca Artesanal e a Conservação de Cetáceos e Tartarugas.
- Rosa, Liana. Estudo da biologia reprodutiva na fase juvenil da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) no litoral do Estado do Paraná. 2009. 72 f. Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Schwartz, F.J. 1978. Behavioural and tolerance responses to cold water temperatures by three species of sea turtles (Reptilia, Cheloniidae) in North Carolina. *Florida Marine Resources Publication* 33: 16–18.
- Snover, M. L. Growth and ontogeny of sea turtles using skeletochronology: Methods, validation and application to conservation. PhD dissertation, 2002. Duke University, Durham, U.K.
- Snover, M.L. e A.A. Hohn. 2004. Validation and interpretation of annual skeletal marks in loggerhead (*Caretta caretta*) and Kemp’s ridley (*Lepidochelys kempii*) sea turtles. *Fishery Bulletin* 102:682–692.
- Snover, M.L.; A.A. Hohn, L.R. Goshe e G.H. Balazs. 2011. Validation of annual skeletal marks in green sea turtles *Chelonia mydas* using tetracycline labeling. *Aquatic Biology* 12: 197–204.
- Sordo, L.; Fournier, J.; de Oliveira, V. M.; Gern, F.; de Castro Panizza, A. e da Cunha Lana, P. 2011. Temporal variations in morphology and biomass of vulnerable *Halodule wrightii*

meadows at their southernmost distribution limit in the southwestern Atlantic. *Botanica Marina*, 54:13-21.

Zug, G.R.; A.H. Wynneken e C. Ruckdeschel. 1986. Age determination of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, by incremental growth marks in the skeleton. *Smithsonian Contributions to Zoology* 427:1–34.

Zug, G.R. e J.F. Parham. 1996. Age and growth in leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea* (Testudines, Dermochelyidae): a skeletochronological analysis. *Chelonian Conservation Biology*, 2: 244-249.

Zug, G.R. e R.E. Glor. 1998. Estimates of age and growth in a population of green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the Indian River lagoon system, Florida: A skeletochronological analysis. *Canadian Journal of Zoology* 76: 1497–1506.

Zug, G.R.; G.H. Balazs; J.A. Wetherall; D.M. Parker e S.K.K. Murakawa. 2002. Age and growth of Hawaiian green sea turtles (*Chelonia mydas*): An analysis based on skeletochronology. *Fishery Bulletin* 100:117–127.

Wallace, B. P.; DiMatteo, A. D.; Hurley, B. J.; Finkbeiner, E. M.; Bolten, A. B.; Chaloupka, M. Y.; Hutchinson, B.J.; Abreu-Grobois, F.A.; Amorocho, A.; Bjorndal, K.A.; Bourjea, J.; Bowen, B.W.; Dueñas, R.B.; Casale, P.; Choudhury, B. C.; Costa, A.; Dutton, P.H.; Fallabrino, A.; Girard, A.; Girodant, M.; Godfrey, M. H.; Hamann, M.; López-Mendilaharsu, M.; Marcovaldi, M. A.; Mortimer, J.A.; Musick, J. A.; Nel, R.; Pilcher, N. J.; Seminoff, J. A.; Troëng, S.; Whiterington, B. e Mast, R. B. 2010. Regional management units for marine turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales. *PLoS One*, 5.12: e15465.

Wynneken, J. 2001. Guide to the anatomy of sea turtles. NMFS Technical Publication. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. 172pp.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A. P.; SANTOS, A. J. B.; THOMÉ, J. C. A. T.; BELINI, C.; BAPTISTOTTE, C.; MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A. S. & LOPEZ, M. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Ano I, n. 1, p. 12-19, 2011.

AVENS, L. & L. R. GOSHE. Comparative skeletochronological analysis of Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) and loggerhead (*Caretta caretta*) humeri and sclera ossicles. *Marine Biology* 152:1309–1317, 2007.

AVENS L.; SNOVER, M. L. Age and Age Estimation in Sea Turtles. In WYNEKEN, J.; LOHMANN, K. J.; MUSICK, J. A. *Biology of Sea Turtles* 3. ed. 2013. CRC Press, 2013. p.97-134. 2013

BALAZS, G. H.; CHALOUPKA M. Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles (*Chelonia mydas*) resident in the Hawaiian Archipelago. *Marine Biology*, v.145, p.1043–1059, 2004.

BARLETTA, M.; AMARAL, C.S.; CORRÊA, M.F.M.; GUEBERT, F.M.; DANTAS, D.V.; LORENZI, L.; SAINT-PAUL, U. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical-subtropical estuary. *Journal of Fish Biology* 73:1314-1336, 2008.

BALAZS, G. H. & M. CHALOUPKA. Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles (*Chelonia mydas*) resident in the Hawaiian Archipelago. *Marine Biology* 145:1043–1059, 2004.

BARROS, J. A. Alimentação da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) em habitat oceânico e nerítico no sul do Brasil: composição, aspectos nutricionais e resíduos sólidos antropogênicos. *Dissertation, Universidade Federal do Rio Grande*, 2010.

BJORNDAL, K. A. Nutrition and grazing behavior of the green turtle, *Chelonia mydas*. *Marine Biology* 56:147-154, 1980.

BJORNDAL, K. A.; BOLTEN A. B. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia*, n.3, p.555–564, 1998.

BJORNDAL, K. A.; BOLTEN A. B.; BENNETT R. A.; JACOBSON E. R.; WRONSKI R. J.; VALESKI J. J.; ELIAZAR P. J. Age and growth in sea turtles: Limitations of skeletochronology for demographic studies. *Copeia*, v.1998, n.1, p.23–30, 1998.

BJORNDAL, K. A.; BOLTEN A. B., CHALOUPKA M. Y. Green turtle somatic growth model: Evidence for density dependence. *Ecological Applications*, v.10, p.269–282, 2000.

BJORNDAL, K.A. & J.B.C. JACKSON. "IU Roles of Sea Turtles in Marine Ecosystems: Reconstructing the Past." *The biology of sea turtles* 2: 261, 2003.

Bolten, A.B.; K.A. Bjorndal; J.S. Grumbles; D. W. Owens. Sex Ratio and Sex-Specific Growth Rates of Immature Green Turtles, *Chelonia mydas*, in the Southern Bahamas. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Copeia* 4:1098-1103.

BOLTEN, A. B.; BJORNDAL, K. A.; GRUMBLES, J. S.; OWENS , D. W. Sex Ratio and Sex-Specific Growth Rates of Immature Green Turtles, *Chelonia mydas*, in the Southern Bahamas. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Copeia*, n.4, p.1098-1103, 1992.

BOLTEN, A. B. Techniques for measuring sea turtles." *Research and management techniques for the conservation of sea turtles* 4 : 1-5, 1999.

BOLTEN, A. B. Variation in sea turtle life history patterns: Neritic vs. oceanic developmental stages. In *The Biology of Sea Turtles*, Vol. II, eds. P. L. Lutz, J. A. Musick, and J. Wyneken, pp. 243–257. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003.

BOULON JR., R. H.; FRAZER, N. B. Growth of wild juvenile Caribbean Green turtles, *Chelonia mydas*. *Journal of Herpetology*, v.24, p.441-445, 1990.

- BRAUN-MCNEILL, J.; S.P. EPPERLY; L. AVENS; M.L. SNOVER E J.C. TAYLOR. Growth rates of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the western North Atlantic. *Herpetological Conservation and Biology* 3:273–281, 2008.
- BUGONI, L.; KRAUSE, L.; PETRY, M. V. Diet of sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 4, p.685-688, 2003.
- CARR, A.; M.H CARR; A.B MEYLAN.. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The west Caribbean green turtle colony. *Bulletin of the American Museum of National History* 162, 1–46, 1978.
- CARR, A. F. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conservation Biology*, v.1, p.103–121, 1987.
- CASTANET, J. & SMIRINA, E. Introduction to the skeletochronological method in amphibians and reptiles. *Ann Sci Nat Zool* 13e Ser 11: 191–196, 1990.
- CHALOUPKA, M.Y. & G.R. ZUG. A polyphasic growth function for the endangered Kemp's ridley sea turtle, *Lepidochelys Kempii*. *Fishery Bulletin* 95: 849-856, 1997.
- CHALOUPKA, M.Y. MUSICK, J. A. Age, growth and population dynamics. In. Lutz PJ, Musick JA (eds) *The biology of sea turtles*. Chap 9. CRC Marine Science Series, CRC Press Inc. Boca Raton, p. 235-278 Cleveland W, 1993.
- CHALOUPKA, M.; C. LIMPUS; J. MILLER. Green turtle somatic growth dynamics in a spatially disjunct Great Barrier Reef metapopulation. *Coral Reefs* 23:325–335, 2004.
- FAO, 1998. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment - Part 1: Manual. <http://www.fao.org/docrep/w5449e/w5449e00.htm>. Acessado em 12 de janeiro de 2014
- FERREIRA, B.; GARCIA, M.; JUPP, B. P.; AL-KIYUMI. A. Diet of the Green turtle (*Chelonia mydas*) at Ra's Al Hadd, Sultanate of Oman. *Chelonian Conservation and Biology*, v.5, n.1, p.141-146, 2006.

FRAZER, N. G.; EHRHART, L. M. Preliminary growth models for green, *Chelonia mydas*, and loggerhead, *Caretta caretta*, turtles in the wild. *Copeia*, v.1985, p.73–79, 1985.

FRAZER, N. B.; LADNER, R. C. A growth curve for green sea turtles, *Chelonia mydas*, in the U.S. Virgin Islands 1913–1914. *Copeia*, v.1986, p.798–802, 1986.

GODLEY, B. J.; LIMA, E. H. S. M.; AKESSON, S.; BRODERICK, A. C.; GLEN, F.; GODFREY, M. H.; LUSCHI, P. & HAYS, G. C. Movement patterns of green turtles in Brazilian coastal waters described by satellite tracking and flipper tagging. *Marine Ecology Progress Series*, 253:279-288, 2003.

GONZÁLEZ-CARMAN, V.; V. FALABELLA; S. MAXWEL; D. ALBAREDA; C. CAMPAGNA & H. MIANZAN. Revisiting the ontogenetic shift paradigm: The case of juvenile green turtles in the SW Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 429: 64-72, 2012.

GOSHE, L. R.; AVENS L.; SCHARF, F. S.; SOUTHWOOD, A. L. Estimation of age at maturation and growth of Atlantic green turtles (*Chelonia mydas*) using skeletochronology. *Marine Biology*, v.157, p.1725–1740, 2010.

GREEN, D. Growth rates of wild immature green turtles in the Galápagos Islands, Ecuador. *Journal of Herpetology*, v.27, p.338-341, 1993.

GUEBERT, F.; ROSA, L.; FILLA, G. F. & DOMIT, C. Plano de Conservação para Tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) in Plano de Ação de Conservação para Tetrapodas marinhos no Paraná. Paraná. Instituto Ambiental do. IAP/Projeto Paraná Biodiversidade, 2009.

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

GUTERRES, L. P.; SECCHI, E. R.; KINAS, P. G.; PETITET, R. Estrutura etária de *Chelonia mydas* no litoral sul do rio grande do sul. VI jornada y VII reunión de conservación e investigación de tortugas marinas en el atlántico sur occidental (ASO), Uruguai. 2013.

ICMBio. Lista de espécies ameaçadas. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.html>>.

Acesso em: 10 out. 2013.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/details/4615/0>>. Acesso em: 1 nov. 2012.

JONES, T. T. & SEMINOFF, J. A. Feeding Biology: Advances from Field-Based Observations, Physiological Studies, and Molecular Techniques. *In* Biology of Sea Turtle. Lutz, Peter L., John A. Musick, and Jeanette Wyneken, eds. Vol. 3. CRC press, 2013.

KUBIS, S., M. CHALOUPKA; L. EHRHART & M. BRESSETTE. Growth rates of juvenile green turtles *Chelonia mydas* from three ecologically distinct foraging habitats along the east central coast of Florida, USA. *Mar Ecol Prog Ser* 389: 257-269, 2009.

LAMOUR, M. R.; C.R. SOARES E J. C. CARRILHO. Mapas dos parâmetros texturais dos sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – Pr. *Boletim Paranaense de Geociências* 55: 77-82, 2004.

LAMOUR, MARCELO RENATO. Morfodinâmica Sedimentar da Desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá. 2007. 177 f. Tese de Doutorado-Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LANA, P. C.; E. MARRONE; R.M. LOPES & E.C. MACHADO. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. *In*: Seeliger, U. e Kjerfve, B. (Eds). *Coastal Marine Ecosystems of Latin América*. Berlim: Ecological Studies, Springer-Verlag Berlin Heidelberg p.131-145, 2001.

- LÓPEZ-BARRERA, E. A.; LONGO, G. O.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Incidental capture of green turtle (*Chelonia mydas*) in gillnets of small-scale fisheries in the Paranaguá Bay, Southern Brazil. *Ocean & Coastal Management*, v.60, p.11-18, 2012.
- LOPEZ-MENDILAHARSU, M.; GARDNER, S. C.; SEMINOFF, J. A.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. Identifying critical foraging habitats of the green turtle (*Chelonia mydas*) along the Pacific coast of the Baja California peninsula, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, v.15, p.259–269, 2005.
- LUKE, K.; HORROCKS, J.A.; LE ROUX R.A. & DUTTON, P.H. Origins of green turtle (*Chelonia mydas*) feeding aggregations around Barbados, West Indies. *Mar Biol.* 144:799–805, 2004.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. 1.ed., Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p.1420, 2008.
- MACHADO, C. G. Caracterização química dos agregados e sedimentos superficiais na zona de máxima turbidez no complexo estuarino de Paranaguá (CEP). *Boletim Paranaense de Geociências*, 65, 2011.
- MARCOVALDI, M. A.; SANTOS, A. S. Plano de Ação Nacional para a Conservação das Tartarugas Marinhas. Brasília- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio. 120 p., 2011.
- MÁRQUEZ, R. M. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. 11. ed. Roma: FAO Fisheries Synopsis species catalogue, p.81, 1990.
- MENDONCA, M. T. Comparative growth rates of wild immature *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* in Florida. *Journal of Herpetology* 15:447–451, 1981.
- MILTON, S.L. & P. LUTZ. Physiological and genetic response to environmental stress. In: Lutz P, JA Musick, and J Wyneken, eds. *The Biology of Sea Turtles*, Vol. II. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003, pp. 163–198.

MOON, D.Y.; S.M. DUNCAN & D.W.M. OWENS. Simulated hibernation of sea turtles in the laboratory: I. Feeding, breathing frequency, blood pH, and blood gases. *The Journal of experimental zoology* 278.6: 372-380, 1997.

MUSICK, J.A. & C.J LIMPUS. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. *The biology of sea turtles* 1: 137-163, 1997.

NARO-MACIEL, E.; J.H. BECKER; E.H.S.M. LIMA; M.A. MARCOVALDI, E R. DESALLE. Testing dispersal hypotheses in foraging green sea turtles (*Chelonia mydas*) of Brazil. *J. Hered.* v.98, p.29–39, 2007.

PARHAM, J. F.; ZUG, G. R. Age and growth of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) of coastal Georgia: An assessment of skeletochronological age-estimates. *Bulletin of Marine Science*, v.61, p.287–304, 1997.

PETITET, R., E.R. SECCHI, L. AVENS & P.G. KINAS. Age and growth of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in southern Brazil. *Marine Ecology Progress Series* 456:255–268, 2012.

REICH, K.J., K.A. Bjørndal e A.B. Bolten. The ‘lost years’ of green turtles: using stable isotopes to study cryptic lifestages. *Biology letters* 3.6: 712-714, 2007.

ROBERT, M. C. Relatório técnico conclusivo- InterMar: Integração entre a Pesca Artesanal e a Conservação de Cetáceos e Tartarugas, 2011.

ROSA, LIANA. Estudo da biologia reprodutiva na fase juvenil da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) no litoral do Estado do Paraná. 2009. 72 f. Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SCHWARTZ, F.J. Behavioural and tolerance responses to cold water temperatures by three species of sea turtles (Reptilia, Cheloniidae) in North Carolina. *Florida Marine Resources Publication* 33: 16–18, 1978.

SNOVER, M. L. Growth and ontogeny of sea turtles using skeletochronology: Methods, validation and application to conservation. 2002. PhD dissertation - Duke University, Durham, U.K.

SNOVER, M. L.; HOHN, A. A. Validation and interpretation of annual skeletal marks in loggerhead (*Caretta caretta*) and Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) sea turtles. Fishery Bulletin, v.102, p.682–692, 2004.

SNOVER, M. L.; HOHN, A. A.; GOSHE L. R.; BALAZS, G. H. Validation of annual skeletal marks in green sea turtles *Chelonia mydas* using tetracycline labeling. Aquatic Biology, v.12, p.197–204, 2011.

SORDO, L.; FOURNIER, J.; DE OLIVEIRA, V. M.; GERN, F.; DE CASTRO PANIZZA, A. & DA CUNHA LANA, P. Temporal variations in morphology and biomass of vulnerable *Halodule wrightii* meadows at their southernmost distribution limit in the southwestern Atlantic. Botanica Marina, 54:13-21, 2011.

SPOTILA, J. R. Sea turtles: a complete guide to their biology, behavior and conservation. The Johns Hopkins University Press, 2004, 228 p.

TRIGO, C. C. Análise de marcas de crescimento ósseo e estimativa de idade para *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758) no litoral do Rio Grande do Sul. 2004. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, Rio Grande do Sul.

TROËNG, S.; EVANS, D. R.; HARRISON, E.; LAGUEUX, C. J. Migration of green turtles *Chelonia mydas* from Tortuguero, Costa Rica. Marine Biology, v.148, p.435–447, 2005.

ZUG, G. R.; BALAZS, G. H. Skeletochronological age estimates for Hawaiian green turtles. Marine Turtle Newsletter, v.33, p.9-10, 1985.

ZUG, G. R.; WYNN, A. H.; RUCKDESCHEL, C. Age determination of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, by incremental growth marks in the skeleton. *Smithsonian Contributions to Zoology*, v.427, p.1–34, 1986.

ZUG, G. R. Age determination of long-lived reptiles: some techniques for seaturtles. *Ann. Sci. Nat. Zool. Paris 13° Ser.*, v.11:, p.219-222, 1990.

ZUG, G.R. & J.F. PARHAM. Age and growth in leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea* (Testudines, Dermochelyidae): a skeletochronological analysis. *Chelonian Conservation Biology*, 2: 244-249, 1996.

ZUG, G. R.; GLOR, R. E. Estimates of age and growth in a population of green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the Indian River lagoon system, Florida: A skeletochronological analysis. *Canadian Journal of Zoology*, v.76, p.1497–1506, 1998.

ZUG, G. R.; BALAZS, G. H.; WETHERALL, J. A.; PARKER, D. M.; MURAKAWA, S. K. K. Age and growth of Hawaiian green sea turtles (*Chelonia mydas*): An analysis based on skeletochronology. *Fishery Bulletin*, v.100, p.117–127, 2002.

WALLACE, B. P.; DIMATTEO, A. D.; HURLEY, B. J.; FINKBEINER, E. M.; BOLTEN, A. B.; CHALOUPKA, M. Y.; HUTCHINSON, B.J.; ABREU-GROBOIS, F.A.; AMOROCHO, A.; BJORNDAL, K.A.; BOURJEA, J.; BOWEN, B.W.; DUEÑAS, R.B.; CASALE, P.; CHOUDHURY, B. C.; COSTA, A.; DUTTON, P.H.; FALLABRINO, A.; GIRARD, A.; GIRODONT, M.; GODFREY, M. H.; HAMANN, M.; LÓPEZ-MENDILAHARSU, M.; MARCOVALDI, M. A.; MORTIMER, J.A.; MUSICK, J. A.; NEL, R.; PILCHER, N. J.; SEMINOFF, J. A.; TROËNG, S.; WHITERINGTON, B. & MAST, R. B. Regional management units for marine turtles: a novel framework for prioritizing conservation and research across multiple scales. *PLoS One*, 5.12: e15465, 2010.

WYNEKEN, J. Guide to the anatomy of sea turtles. NMFS Technical Publication. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. 172pp, 2001.

APÊNDICE

Instruções aos autores de manuscritos a serem submetidos para *Herpetologica*

Articles

Herpetologica and Herpetological Monographs Instructions for Authors, 2013a

Recent Changes

- The formats for in-text citations and Literature Cited are now standardized among the *Journal of Herpetology*, *Herpetologica*, and *Herpetological Monographs*. The changes for *Herpetologica* and *Herpetological Monographs*, as well as the complete new guidelines, are given below.
- Page charges have been reduced for HL members, and color charges have been reduced. Open access can now be purchased.
- We now capitalize standard English names in *Herpetologica* and *Herpetological Monographs*. See: Crother, B.I. (Ed.). 2008. Scientific and Standard English Names of Amphibians and Reptiles of North America North of Mexico, pp. 1–84. SSAR Herpetological Circular 37.

Geographic coordinates can be in any standard format (e.g., decimal degrees, or degrees minutes seconds, without spaces between numbers and symbols). The datum on which the geographic coordinates are based must be specified, because the same coordinates can have different locations when they are based on different datums.

- We now use the degree symbol for temperatures, with no spaces between number, symbol, and unit.
- All references for citations of taxonomic authorities must be given in full in the Literature Cited.

General Information

Herpetologica and *Herpetological Monographs* publish original papers dealing largely or exclusively with the biology of amphibians and reptiles. Manuscripts are especially encouraged that quantitatively test important hypotheses, address important theoretical issues, and carefully analyze the diversity, systematics, and evolution of amphibians and reptiles. *Herpetologica* publishes manuscripts that are no longer than approximately 35 pages,

including title, text, Appendices, tables, figures, and captions. *Herpetological Monographs* publishes manuscripts that are approximately 40 manuscript pages or longer. For guidance on submitting manuscripts of 35–40 pages, please contact an editor about which is the most appropriate journal for the manuscript. *Herpetologica* and *Herpetological Monographs* do not publish notes or short communications, although short manuscripts may be considered for *Herpetologica* by the editor on a case-by-case basis. Submitted manuscripts will be judged on the appropriateness of the topic for the journal and on their scientific merit, including the importance of the hypotheses or theories addressed and the quality of the study and the writing.

Authors are accountable for legal and proper acquisition and use of study animals. Therefore, the corresponding author should indicate in the cover letter during submission that all contributors observed appropriate ethical and legal guidelines and regulations. Guidelines and regulations that may apply include: (1) the ASIH–HL–SSAR Guidelines for Use of Live Amphibians and Reptiles in Field Research; (2) state, federal, and international laws about studying, collecting, and transporting live or preserved specimens, in which case the cover letter and manuscript should document the relevant permits obtained for the work; (3) legal acquisition of animals from reputable dealers; and (4) Institutional Animal Care and Use Committee approval for the care of animals and study procedures used, in which case the cover letter and manuscript should document the relevant IACUC approval. Submitted studies that deviate from acceptable practices are subject to rejection.

Overall Document Format.—All manuscripts must use American English spelling and grammar conventions. Use the active voice consistently throughout the manuscript. Submit the manuscript as a Word (*.doc or *.docx) or WordPerfect (*.wpd) document, preferably for PC, with the following format:

- North American letter page size (8.5 by 11 inches; 21.6 by 27.9 cm)
- 1 inch (2.5 cm) margins on all sides
- 12 point text
- Double-spacing throughout entire manuscript (including literature cited, figure captions, table captions, and table contents)
- Continuous line numbers
- Left-justification

No automatic hyphenation

- All pages, including tables and figure captions labeled in the upper right-hand corner with the author's name and page number (e.g., using the header function in word-processing programs)
- If bibliographic software is used to format the citations and references, then the field codes should be removed (but for revisions be sure to keep a copy of the original document containing the field codes).

Manuscript Sections and Formatting

Manuscripts are usually arranged in the following order: title, author's name, author's address, abstract (then second abstract in other language, if used), key words, text (usually with sections described below), literature cited, appendices, tables, figure captions, figures.

Title Page.—Should include the title, author's name, and author's address; no periods

- Title centered, in all capital letters, with scientific names of species in italics
- Title should be brief and informative
- Authors names are centered, in small caps and title case (i.e., first letter of each name in large cap, remaining letters in small caps), with commas appearing outside any superscripts (if used)
 - o Multiple author names should be matched to addresses by superscript numbers, with no space between author name and superscript number or between superscript numbers.
 - o E-mail address of corresponding author and any address changes noted by superscript number; do not use hyperlinks in e-mail addresses.
- Addresses are centered, italicized, major words capitalized, with postal codes used for states; country names are used; no periods in state and country abbreviations
- Footnotes used to designate present address and correspondence e-mail address
 - o Indented, with no space between superscripted number and first word of footnote
 - o Small caps, no underline or hyperlink, hyphen in "e-mail"

Abstract.—The abstract follows the author's name and address. It should state the major points of the paper as clearly and concisely as possible without the need for reference to the text and without citation of references. The abstract heading should be indented and in small

caps, followed by a colon (e.g., ABSTRACT: The Bog Turtle...). A second abstract in any modern European language may be included.

Key Words.—Key words separate the abstract from the introduction. They are used for indexing the article, and hence should identify the major aspects of the manuscript, such as the key methods, key variables, study locations, study organisms, subfield, or theory addressed. Close attention should be given to choosing key words because they will be used to index the article in online databases, which are used by potential readers to find the article.

- Key words are indented, listed in alphabetical order, and each word or phrase is separated by a semicolon; only the initial word in each term is capitalized. Key words should not include any words in the title.

- The phrase "*Key words:*" is italicized, including the colon.

- For example, *Key words:* Allozyme; *Bufo microscaphus*; Southwestern Toad

The Body of the Manuscript.—The text should begin after the key words. The text usually includes sections for the introduction (without a heading), materials and methods, results, discussion, and acknowledgments. However, some manuscripts work best with a different arrangement of sections in the text (e.g., separate headings for multiple experiments if they use substantially different methods from one another); authors should use their judgment in this matter.

- Introduction: No heading used for this section; first word in large and small caps; if first word is short then also use small caps for second word (e.g., DEFENSIVE behaviors ..., ENERGY use ..., VIPERID snakes ..., A METHOD for ..., THE THEORY that ..., ONE EFFORT to ..., etc.)

- Headings: Three levels of headings are allowed.

- o Primary: Centered, in small caps and title case (i.e., each major word begins with a large capital letter and all other letters are small caps; e.g., MATERIALS AND METHODS)

- o Secondary: Centered, italicized, in title case (i.e., each major word capitalized; e.g., *Study Sites*)

- o Tertiary: Indented, italicized, sentence case (i.e., only first word begins with a capital letter), followed by period and em dash (e.g., *Mountain area.*—This site is...)

- o In any italicized heading, scientific names of species are not italicized so that they stand out from other text

- Acknowledgments: The text ends with the acknowledgments.
- o Use a tertiary heading and spell “acknowledgments” with no “e” after “g”
- o Use initials instead of first names for individuals

Instructions For Authors, 8

- o Be as concise as possible
- o E.g., “*Acknowledgments*.—We thank K. Wadsworth” not “*Acknowledgements*.—We would like to thank Katherine Wadsworth.”)

In-Text Citations and the Literature Cited Section.—The Literature Cited section follows the acknowledgments. All references cited in the manuscript, including citations of taxonomic authorities, must be given in full in the Literature Cited section, and all references in the Literature Cited section must be cited somewhere in the manuscript. Check that dates and spelling of citations in the text correspond with the references in the Literature Cited section. Beginning in 2012, the formats for in-text citations and the Literature Cited section was standardized among the *Journal of Herpetology*, *Herpetologica*, and *Herpetological Monographs*. The changes for *Herpetologica* and *Herpetological Monographs* are listed below, followed by the complete new guidelines.

- Summary of recent changes

- o Use chronological order for in-text citations. This is perhaps the most distinctive change in the new format.
- o No italics for a and b citations. E.g., "(Smith, 2001a,b)" in the text, and "Smith, P. 2001a" in the Literature Cited.
- o Use unformatted text (i.e., no small caps) for author names. E.g., Baird, T.A. 2004. Reproductive coloration in female collared lizards, *Crotaphytus collaris*, stimulates courtship by males. *Herpetologica* 60:337–348.
- o No space between author initials. See example above.
- o For online-only journals, follow the format for typical journal papers but also provide the URL for the article. E.g., O'Donnell, R.P., and A.P. Rayburn. 2011. Biases in the protection of peripheral anuran populations in the United States. *Herpetological Conservation and Biology* 6:91–98.
http://www.herpconbio.org/Volume_6/Issue_1/ODonnell_Rayburn_2011.pdf.

- o For the page range of a chapter in an edited book: Use "Pp. 52–65 in ..." E.g., Smith, A.T. 1994. Systematics of frogs and toads. Pp. 52–65 in J. Black, and M. Lee (Eds.), Systematics of Amphibians and Reptiles. University of Kansas Press, USA.
- o For chapter in a book, edited book, and book references: Provide the publication country and state (if necessary to identify the publisher properly), but not the city. E.g., Smith, A.T. 1994. Systematics of frogs and toads. Pp. 52–65 in J. Black, and M. Lee (Eds.), Systematics of Amphibians and Reptiles. University of Kansas Press, USA.
- o For online reference: Use WebCite® (www.webcitation.org) to archive the web site. Provide the regular citation, followed by the archival site provided by the service. This is perhaps the second most distinctive change in the new format. E.g., Frost, D.R. 2004. Amphibian species of the world: an online reference. Available at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Archived by WebCite at <http://www.webcitation.org/T8g8UVs14> on 4 July 2011.

- Complete new guidelines for in-text citations

- o Please limit citation to three or four key references.
- o Whenever possible, place citations at the end of the sentence rather than interspersed with the text.

Do not use formatted text (bold, underlined, italicized, or small caps).

- o Cite references in chronological order, using a comma to separate author names from dates, and a semicolon to separate citations by different authors. Example: "(Smith, 1975; Jones, 1987)."
- o Multiple citations by exactly the same author(s) should be cited with a comma separating the years, not by repeating the author names. Example: Moon and Mullin, 2008, 2012; not Moon and Mullin, 2008; Moon and Mullin, 2012.
- o Provide names for up to two authors, e.g., "(Jones and Smith, 1987)." For three or more authors, spell out the name of the first author, followed by "et al." E.g., "(Jones et al., 1990)."
- o Suffixes are not used in citations in the text unless necessary to distinguish a citation from one with the same author name, initials, and year (e.g., "Brodie, 1993", if no other citation by a different Brodie in the same year; or Brodie Jr., 1993; Brodie III, 1993" when necessary to avoid ambiguity); however, note that suffixes should be used in the Literature Cited section as described below.

- o Papers accepted for publication should be cited as “(Smith, in press)” and placed in the Literature Cited.
- o Do not cite "unpublished data." Instead, observations, data, or manuscripts that have not been accepted or published should be cited as personal observations, e.g., “(A. Smith, personal observation),” and should not be placed in the Literature Cited.
- o Non peer-reviewed sources such as meeting abstracts and most web sites should be avoided if possible. However, dissertations and theses should be cited if the information has not also been published in journals or books.
- o For all commercial software mentioned in the text, specify the version and source. Example: “(SPSS 13.0, IBM).” Where appropriate, provide a citation in the text (in the case of Program MARK, for example, White and Burnham, 1999) and give the full references in the Literature Cited section.
- o For commercial equipment provide the model and manufacturer. Example: “HOBO U23 Pro v2 External Temperature Data Logger (Onset Computer Corporation).” Do not include these references in the Literature Cited section.
- o Peer-reviewed electronic resources should be cited in the same manner as paper-based ones.
- o For non-peer-reviewed web sites, use WebCite® (a free service) to archive the web site first: Enter the URL you want to cite at www.webcitation.org. The system will create a "snapshot" of the webpage for future access. Then cite as you would other sources. Example: “(Smith and Brown, 2011).” See below for how to format the reference in the Literature Cited section.
- o If taxonomic authorities are cited, be careful to use parentheses around the name or just the year as needed, because parentheses around the author and year indicate that the species was originally described as part of a different genus. For all citations of taxonomic authorities, be sure to provide the complete reference in the Literature Cited section.

Complete new guidelines for the Literature Cited section

- o The Literature Cited is one the largest sources of errors. Carefully follow all format instructions and examples below. Check a recent issue (from 2012) or contact the Editor if anything remains unclear.
- o Please be sure that all entries in the Literature Cited also appear in the text, and vice-versa. Do not include personal observations or unpublished manuscripts in the Literature Cited section.

- o Double space the entire section.
- o Do not use bold, underlined, or italicized text other than for scientific names.
- o Do not use manual line breaks or tabs. Instead, use the ruler in a word-processing program to create hanging indentations.
- o List single-author references first in alphabetical order, two-author references next in alphabetical order, and then references with three or more authors in chronological order regardless of the number of authors. Using chronological order for multiple “et al.” references makes the order of the references match the order of the in-text citations, and helps readers find the cited references easily.
- o References cited in the text as “Smith 2001a,b” should be cited in the same order here, with a and b following the year. Example: Smith 2001a precedes Smith 2001b in the Literature Cited section, just as in the in-text citations.
- o Author names should be presented in the Literature Cited section as “Smith, A.B., Jr” (for first author), or A.B. Smith, Jr” (if second or later author). Spell out all author surnames, even if they are repeated from a previous reference. Suffixes (e.g., Jr. or II) are not included in citations in the text, but are included in the full references in the Literature Cited section (e.g., “Brodie, E.D., III. 1993” if first author, or “E.D. Brodie, III” if second or later author).
- o For all references with more than one author, insert a comma before the “and” that precedes the last author.
- o Follow author names with the year of publication. Example: “Smith, A.B. 1769.” If you are using a reprinted version, indicate this by listing both years. Example: “Smith, A.B. 1769 [reprinted 1996].” For articles that are accepted, state “In press” in place of the year and provide the journal name after the paper title. Example: “Smith, A.B. In press. How green is your frog? *Herpetological Miscellanea*.”
- Formatting for most common types of references (which should all be double-spaced in manuscripts)
 - o Article in a print journal
 - Provide the names of journals in full. Do not use the issue number. List complete page numbers. Example: “*Journal of Herpetology* 32:246–257.”
 - Example: Baird, T.A. 2004. Reproductive coloration in female collared lizards, *Crotaphytus collaris*, stimulates courtship by males. *Herpetologica* 60:337–348.
 - o Article in an online-only journal
 - Follow the format above but also provide the URL for the article.

- Example: O'Donnell, R.P., and A.P. Rayburn. 2011. Biases in the protection of peripheral anuran populations in the United States. *Herpetological Conservation and Biology* 6:91–98. [Http://www.herpconbio.org/Volume_6/Issue_1/ODonnell_Rayburn_2011.pdf](http://www.herpconbio.org/Volume_6/Issue_1/ODonnell_Rayburn_2011.pdf).

Chapter in a book

- Provide the publication country and state (if necessary to identify the publisher properly), but not the city.
- Example: Smith, A.T. 1994. Systematics of frogs and toads. Pp. 52–65 in J. Black, and M. Lee (Eds.), *Systematics of Amphibians and Reptiles*. University of Kansas Press, USA.

o Edited book

- Provide the publication country and state (if applicable), but not the city.
- Example: Gans, C., A.d'A. Bellairs, and T.S. Parsons (Eds.). 1969. *Biology of the Reptilia*, Volume 1, Morphology A. Academic Press, USA.

o Book

Provide the publication country, but not the city.

- Example: Smith, A.T., and J. Jones. 1995. *Physiology of Amphibians and Reptiles*. Kluwer, Netherlands.

o Thesis or dissertation

- Indicate the degree and university; include state only when needed to distinguish university from others with similar names.
- Example: Smith, A.T. 1991. *Behavioral Ecology of Turtles*. Ph.D. Dissertation, Federal University of Sao Paulo, Brazil.

o Software

- Provide a named citation to the definitive description of the software, if given in the text.
- Example: for Program MARK: White, G.C., and K.P. Burnham. 1999. Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 Supplement:120–138.

o Cite non peer-reviewed technical reports only when unavoidable.

- Example: USGS (United States Geological Survey). 1998. National water quality assessment (NAWQA) program, water quality in the Ozark plateaus. Circular 1158.

o Cite non peer-reviewed print media only when unavoidable.

- Example: Guam Economic Review. 1998. Statistical highlights. *Guam Economic Review* 20:11–32.

o For citations of web sites, use WebCite® (www.webcitation.org) to archive the web site. Provide the regular citation, followed by the archival site provided by the service.

- Example: Frost, D.R. 2004. Amphibian species of the world: an online reference. Available at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA. Archived by WebCite at <http://www.webcitation.org/T8g8UVs14> on 4 July 2011.

Appendices.—Detailed information not essential to the text (such as “*Specimens Examined*” in taxonomic papers) may be placed in appendices, which follow the Literature Cited section. When used, APPENDIX (numbered I, II, III as needed) would be a primary heading, and *Specimens Examined* would be a secondary heading.

Citing Tables and Figures in the Text.—In addition to the guidelines below, see examples of published tables and figures in a recent issue of *Herpetologica* or *Herpetological Monographs*.

-Capitalize but do not abbreviate the word “Table” (e.g., Table 1).

-Capitalize and abbreviate word "figure" (e.g., Fig. 1); except spell out at beginning of a sentence.

- When two figures or tables are cited, use a comma to separate numbers (Figs. 6, 7; Tables 2, 3).

- When a range of figures or tables are cited in the text, use an en dash (Figs. 6–9; Tables 2–4).

Tables.—Each table should be double-spaced and on a separate sheet. The table caption should follow the table number and should be on the same page as the table. Captions should be centered, not indented, and should begin with the table number in small caps, followed by a period and an em dash (see example below).

Within the table, only the initial letter of the first word is capitalized (e.g., “Grand average”). Use ruled lines only above and below heading row and at end of table, to isolate column labels if needed, and where separate groups of columns require additional clarification. Refer to a recent issue of the journal for further examples and guidance. Footnotes (indented and indicated by superscripted symbols or numbers) may follow a table when detailed information is needed (such as levels of statistical significance); the footnotes are placed below the table and are indented. Vertical lines should not be used in any portion of the table.

Figures.—Figure captions should appear on a separate page following Tables. An electronic file of each figure should be submitted along with the manuscript. In preparing graphics, follow the guidelines from Allen Press (summarized below). Before submission, it can be helpful to print figures and inspect them for clarity and size (i.e., to fit within the journal print column).

- Figure captions

o Grouped together on separate page, indented, double spaced, with three lines of space between captions

o The word “FIG.” is abbreviated in small caps, followed by number, period, em dash with no spaces, and then the rest of the caption (e.g., FIG. 1.—Mean weekly temperatures...)

o Caption content: Briefly describe the content of the figure; include names of organisms as needed (e.g., genus, species, etc.). A short sentence at the end of the caption may be helpful in pointing out the major pattern or take-home message of a figure; avoid duplicating text in the manuscript that refers to the figure.

- Figure graphics

o For graphics specifications (figure styles, electronic file types, resolution, color mode, fonts, compression, etc.), follow the guidelines from Allen Press (Guide to Digital Art Specifications).

-Summary of key specifications: grayscale or color images at 300 dpi, line art at 1200 dpi, combination of both at 600 dpi, CMYK color (RGB files are accepted but will be converted to CMYK and may undergo color shifts), TIFF or EPS format or native files for several common programs (e.g., Acrobat, Illustrator, Photoshop, Corel Draw, and others)

-Be sure to check colors carefully because changing color mode can alter them.

o Figures should be planned to fit the width of one or two columns in *Herpetologica* or *Herpetological Monographs*.

-Final dimensions of graphics and artwork must not exceed 21.5 × 28 cm.

-After reduction, lettering in figures should be 1.5–2.0 mm high and decimals should be clearly visible.

o If a figure includes more than one image, then the images should be arranged together in one electronic file, with adjacent images butted together, with each image identified by a letter (A, B, C); the parts should be identified clearly in the figure caption.

o Frames should not be used for any type of figure. If a key to symbols is included within a figure, then it should be set within a small frame.

- o Include a scale to indicate distance or size whenever appropriate.
- o All axes of graphs should be labeled, with a larger font size used for major labels than for minor or quantitative labels.
- o Abbreviations on figures should follow the conventions given in these guidelines, such as for measurement units and statistical abbreviations.

Footnotes.—Footnotes are used only to denote present address of an author, e-mail address for correspondence, and to clarify content of tables. Other footnotes are discouraged.

General Style and Usage Guidelines

This section provides general guidance for common word usage, style, punctuation, the use of numbers and mathematical symbols, abbreviations, etc.

Scientific and Standard Names.—We now capitalize standard English names in *Herpetologica* and *Herpetological Monographs*, following the recommendation of Crother (2008; Herp. Circular 37, SSAR). For standard English names, we recommend using those listed in Crother (2008; Herp. Circular 37, SSAR) for North American Taxa and in Liner and Casas-Andreu (2008; Herp. Circular 38, SSAR) for Mexican taxa. Use an appropriate reference, if available, for standard names of taxa in other regions of the world. These lists may also be used for scientific names, or other scientific names that are valid under the International Code of Zoological Nomenclature may be used as needed for each paper.

Scientific names of genera and species: Genus is capitalized and italicized; specific epithet is lower case and italicized (e.g., *Crotalus atrox*); but not italicized when in a line of other italicized text, such as in secondary or tertiary headings. Examples:

- In text: Western Diamond-backed Rattlesnake (*Crotalus atrox*)

-In a heading: *Analysis of paternity in Crotalus atrox*

Other Common Word Usage

- *Acknowledgments* vs. *acknowledgements*: “Acknowledgments” without an “e” after the “g” is used in American English, and in *Herpetologica* papers, whereas British English uses “acknowledgements” with the “e” after the “g.”

-*Affect* vs. *effect*: “Affect” is usually used as a verb and means “to influence, or have an effect on” whereas “effect” is usually used as a noun that means an outcome or result.

- *Because* vs. *since*: “Because” usually means “for the reason that” whereas “since” usually means “from a time in the past until now.”

- *Data*: The word “data” is plural; “datum” is singular (e.g., The data are presented; The data showed that...; not The data is...)
- *Data indicate* vs. *data suggest*: Data “indicate” whereas authors “suggest” (not “Our data suggest...”)
- *Different from* vs. *different than*: “Different from” is usually preferable, as that usage is consistent with how the word “differ” is typically used (e.g., Item A differs from Item B).
- *Due to* vs. *caused by*: “Due to” implies that something is owed (e.g., “Reference specimens were due to return...”); if you mean causation, then it’s better to say “caused by...”.
- *Farther* vs. *further*: “Farther” indicates a physical or measurable distance; “further” indicates a figurative distance, such as in advancing, elaborating, or developing an explanation or argument.
- *Infer* vs. *imply*: “Infer” means to deduce or conclude; “imply” means to hint or suggest.
- *That* vs. *which*: Usually, “that” is used with restrictive clauses, and “which” is used with nonrestrictive clauses. Example: The snakes that we captured had all eaten frogs, which are common in the area. (The word “that” restricts the snakes being discussed to those that we captured, whereas the word “which” does not restrict the frogs to any particular ones and simply gives additional information about the frogs being discussed.)
- *Therefore* vs. *thus*: “Therefore” usually means “as a consequence” or “for these reasons” whereas “thus” usually means “in this way” or “in that way.”
- *While* vs. *although*: “While” usually means “at the same time” whereas “although” usually means “in spite of the fact that” or “even though.”

Dashes and Hyphenation

- “Non” words are not hyphenated (e.g., Nonparametric, not Non-parametric)
- Other common prefixes such as neo-, co-, re-, are not hyphenated except where necessary to prevent misreading or ambiguity (e.g., co-occur)
- Avoid using long hyphenated phrases as adjectives
- Use hyphen (dash) for modifiers and two-word phrases used as an adjective (e.g., 20-mL syringe, 24-hour clock, *t*-test results, or life-history strategy, but 20 mL of water or the life history of bullfrogs)

- Use en dash in the place of the minus sign; to replace the word “to” in ranges of numbers or years, as in snout–vent length and 15–20 g; and in hyphenated phrases in which both sides are equal in importance (e.g., true–false, presence–absence, product–moment correlation).
- Use an em dash to separate independent clauses for emphasis within a sentence, as in “The town—more of a village—is the nearest place to buy supplies.” Alternatively, commas can be used where emphasis is not needed, as in “The town, which is more of a village, is the nearest place to buy supplies.” Also use an em dash to separate a tertiary heading from the initial text.

Italics

- Used only for names of genera and species, and for appropriate leading terms (e.g., *Key words*) and headings
- Common foreign words are not italicized (e.g., et al., not *et al.*).
- Do not use italics for emphasis; instead, reword sentences to provide appropriate emphasis.

Numbers

- Always spell out a number used at the beginning of a sentence (e.g., Twenty species...).
- Spell out all whole numbers less than 10, except as noted below
- Use Arabic numerals:
 - o For numbers of 10 or greater
 - o When the number is followed by a unit of measurement (e.g., 9 mm; 30°C; 8–9 scale rows)
 - o When the number is a designator (e.g., Experiment 2)
 - o When the number is separated by a dash, as in a range of values (e.g., 2–3 scutes)
 - o When numbers of 10 or more are compared to numbers less than 10 within a sentence (e.g., The 7 frogs, 9 salamanders, and 20 lizards that were collected...)
 - o For decimal values; if decimal value is less than one, use zero before decimal (e.g., 0.5, not .5)
- Numbers with four digits are not separated by comma (e.g., 5280)
- Numbers with five or more digits use commas (e.g., 15,280)
- Numbers or letters in a list should be fully enclosed in parentheses; e.g., (1), (2), (3); not 1), 2), 3).

- Geographic coordinates can be in any standard format (e.g., decimal degrees, or degrees minutes seconds), without spaces between numbers (e.g., 38°57'56.4"N, 95°13'35.9"W; datum = WGS84). The datum must be specified for geographic coordinates because the same coordinates can have different locations when they are based on different datums.

Mathematical Signs and Symbols

- Punctuating mathematical symbols

o Mathematical operators are separated by spaces; e.g., equal sign (=), < or > signs, and division (/) sign are separated on both sides by spaces (e.g., $\alpha = 0.05$, not $\alpha=0.05$; $P < 0.025$, not $P<0.025$)

o Plus sign or minus sign (en dash) separated from text by spaces when used to indicate mathematical operation (e.g., $1 + 1 = 2$), but no space is used when the symbol indicates positive or negative values (e.g., +2 is a positive value and -2 is a negative value).

o Plus-or-minus sign (\pm) is separated from text by spaces when used to indicate a mean \pm SE (e.g., 12 ± 0.02 ; not 12 ± 0.02), except that no space after plus-or-minus sign when used to indicate positive or negative values (e.g., ± 2 indicates a positive or negative value).

o Symbols for "similar to" or "nearly equal to" not followed by space (e.g., ~ 12 , ≈ 24)

Measurement Units and Abbreviations

-Follow the International System of Units (SI), and use SI abbreviations in the text, tables, and figures for units of measured variables or data. Common measurement units and their abbreviations include:

o Millimeters = mm

o Centimeters = cm

o Meters = m

o Kilometers = km

o Milliliters = mL

o Liters = L

o Grams = g (not gm)

o Seconds = s

o Minutes = min

o Hours = h

o Days = d (or day)

- o Week = wk
- o Month = mo
- o Years = yr
- o Time of day: use 24-hour clock (e.g., 1300 h)
- o Dates: use Day Month Year with no commas (e.g., 7 May 2006)
- o Temperatures: Celsius, with a degree symbol and no spaces (e.g., 30°C, no longer 30 C).

Statistical abbreviations

- o n = sample size; lower case and italicized
- o \bar{X} = mean; capitalized and italicized; or use word "mean" X
- o SD = standard deviation, SE = standard error; often indicated as ± 1 SD, ± 3 SE, etc.
- o r , r^2 (Pearson product-moment correlation), R^2 (Coefficient of determination from regression analysis), T , F , t (from t -test), U , W = statistical symbols; all italicized
- o Greek letters (e.g., χ and χ^2) not italicized
- o df = degrees of freedom; not italicized
- o P = probability; capitalized and italicized
- o NS (not significant); capitalized, not italicized, no periods between letters
- Other common abbreviations
- o ca. = "circa" or "around"; lower case, not italicized, followed by period
- o cf. = "compare with"; lower case, not italicized, followed by period
- o e.g., = "for example"; lower case, not italicized, period after each letter, followed by comma
- o i.e., = "that is"; lower case, not italicized, period after each letter, followed by comma
- o N = chromosome number; capitalized, not italicized
- o no. = number; lower case, not italicized, followed by period
- o Ph.D., M.A., M.S., M.Sc., A&M
- o sp. nov. and gen. nov. = "new species" and "new genus"; lower case, no comma before these terms
- o SVL = snout-vent length; define this at first usage
- o vs. = "versus"; can be abbreviated in lower case without italics, or can be spelled out
- Do not abbreviate "male" or "female," "personal communication," dates, or undefined terms.

- States are usually abbreviated using standard postal abbreviations, but can be spelled out; use must be consistent throughout manuscript.