



**MAYSA ARCANJO FILGUEIRA**

**Estimativa de idade de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), no Litoral Sul de Pernambuco**

**RECIFE, 2023**

**MAYSA ARCANJO FILGUEIRA**

**Estimativa de idade de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), no Litoral Sul De  
Pernambuco**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Biodiversidade do departamento de biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE.

**Orientador:** Prof. Dr. Geraldo Jorge Barbosa de Moura.

**Co-Orientador:** Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva.

**RECIFE, 2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F481e

Filgueira, Maysa Arcanjo

Estimativa de idade de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), no Litoral Sul de Pernambuco / Maysa Arcanjo  
Filgueira. - 2023.  
33 f. : il.

Orientador: Geraldo Jorge Barbosa de Moura.

Coorientador: Francisco Marcante Santana da Silva.

Inclui referências e apêndice(s).

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade,  
Recife, 2023.

1. Esqueletocronologia. 2. Marcas de crescimento. 3. tartarugas marinhas. I. Moura, Geraldo Jorge Barbosa de,  
orient. II. Silva, Francisco Marcante Santana da, coorient. III. Título

CDD 333.95

---

**MAYSA ARCANJO FILGUEIRA**

**Estimativa de idade de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), no Litoral Sul De  
Pernambuco**

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

**Dra. Simone Almeida Gavilan**

**UFRN**

---

**Dra. Mônica Lúcia Botter Carvalho**

**UFRPE**

*À minha preciosa, Jade.*

*O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.*

*- Max Weber.*

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe e irmã que sempre estiveram comigo durante essa caminhada, apoiando as minhas escolhas e me dando o suporte necessário para seguir em frente.

Ao meu esposo por todo apoio e por segurar a barra enquanto precisei estar mais ausente, cuidando divinamente da nossa filha. À minha pedra preciosa, Jade, meu alicerce e minha força para sempre continuar e evoluir cada vez mais como pessoa e profissional.

Aos meus orientadores Prof. Francisco Marcante e Prof. Geraldo Moura por terem aceitado estar comigo nesse momento enriquecedor da minha vida, que foi desenvolver essa pesquisa. Agradeço imensamente o tempo disponibilizado para me guiar e expor tantos ensinamentos que levarei para o resto da minha vida. Ao professor Fabrício de Sá que abraçou a ideia desde do início e nunca me deixou desamparada, agradeço por todo aprendizado.

Aos professores do PPGGIO que tive a sorte de ter durante o mestrado, o quão enriquecedor foi ter passado por todos eles e quão importante foi para o meu crescimento profissional.

A todos da Ecoassociados pela parceria ao longo desses anos, pelo conhecimento adquirido, pela força durante o desenvolvimento da pesquisa. Agradeço em especial a Luana e Arley por estarem sempre dispostos quando mais precisei.

Aos meus amigos Hugo, Renata, Niely, Larissa e Artur por estarem sempre comigo mesmo distante. O apoio de vocês foi essencial durante esse processo.

À banca por ter aceito o convite.

## RESUMO

O estudo de idade e crescimento é fundamental para a compreensão da dinâmica de população e auxiliar na criação de projetos de conservação adequados para diferentes populações. A estimativa de idade de tartarugas marinhas é possível através do método da esqueletocronologia, que consiste na observação de marcas de crescimento cíclicas depositadas periodicamente, presentes em estruturas calcificadas, sendo observadas com mais precisão nos úmeros. Baseado nessas informações, o presente estudo visou estimar a idade para indivíduos da espécie *Lepidochelys olivacea*, encontradas encalhadas mortas no litoral do município de Ipojuca, utilizando a esqueletocronologia como ferramenta base para o desenvolvimento da pesquisa. O estudo consistiu na utilização de um dos úmeros de indivíduos de *L. olivacea* encontrados mortos ao longo da faixa litorânea através do monitoramento realizado pela equipe da ONG Ecoassociados. Mediante seções longitudinais feitas em cada úmero próximo à crista Deltopitoral, após a realização da diminuição da espessura a partir do desgaste manual, foi possível observar e contabilizar as marcas de crescimento. Como todos os indivíduos são adultos e durante o crescimento das tartarugas marinhas ocorre reabsorção óssea e a perda das marcas mais antigas, foi necessário calcular as linhas perdidas. Durante a realização da pesquisa foi possível constatar a importância da esqueletocronologia como ferramenta para estimar a idade em tartarugas marinhas, observando a proporcionalidade entre o crescimento somático e o crescimento ósseo para a população estudada.

**Palavra-chave:** 1- esqueletocronologia. 2-marcas de crescimento. 3 - Tartaruga-marinha.

## **ABSTRACT**

The study of age and growth is fundamental for understanding population dynamics and assisting in the creation of conservation projects suitable for different people. The estimation of the age of sea turtles is possible through the method of skeletochronology, which consists of observing cyclic growth marks deposited periodically, present in calcified structures, being observed with more precision in the humerus. Based on this information, the present study aimed to estimate the age of individuals of the species *Lepidochelys olivacea*, found stranded dead on the coast of the municipality of Ipojuca, using a skeletochronology as a base tool for the development of the research. The study consisted of using one of the humerus of individuals of *L. olivacea* found dead along the coastline through monitoring carried out by the team from the NGO Ecoassociados. Median longitudinal sections made in each humerus close to the Deltopectoral ridge, after performing the reduction in thickness from manual wear, it was possible to observe and record the growth marks. As all individuals are adults and during the growth of sea turtles bone resorption occurs and the loss of the oldest marks, it was necessary to calculate the lost lines. During the research, it was possible to verify the importance of skeletochronology as a tool to estimate the age of sea turtles, observing the proportionality between somatic growth and bone growth for the studied population.

**Keyword:** 1- skeletochronology. 2- growth marks. 3 - Sea turtles.

## SUMÁRIO

Fundamentação Teórica.....	9
Tartarugas marinhas .....	9
<i>Lepidochelys olivacea</i> .....	10
Esqueletocronologia .....	11
REFERÊNCIAS .....	13
Estimativa de idade da tartaruga marinha <i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829) no litoral sul de Pernambuco. ....	18
Resumo .....	19
Abstract.....	20
Introdução.....	20
Métodos .....	22
Área de estudo .....	22
Procedimentos metodológicos .....	22
Análise de dados .....	24
Resultados.....	25
Discussão .....	28
Considerações finais .....	29
Referências .....	30
APÊNDICE I .....	33

## Fundamentação Teórica

### Tartarugas marinhas

As tartarugas marinhas são animais que estão presentes na terra há milhões de anos. Apresentam o corpo revestido por estrutura óssea, formada pela fusão das vértebras e costelas, dividida em carapaça e plastrão, compondo as porções dorsal e ventral respectivamente (RAPHAEL, 2003 apud REIS; GOLDBERG, 2017; VITT; CALDWELL, 2014). O ciclo de vida das tartarugas marinhas é considerado longo e lento, abrangendo uma diversidade de ecossistemas, desde habitats terrestres a zonas neríticas e oceânicas (BOLTEN, 2003). Entretanto, a maioria dos registros reprodutivos estão concentrados em regiões tropicais e subtropicais (MÁRQUEZ, 1990).

A temporada reprodutiva pode variar dependendo da região. Enquanto nas praias do Brasil localizadas no continente o período da postura ocorre de setembro a abril, nas ilhas oceânicas ocorre de dezembro a junho (PAN, 2011). Elas apresentam a maturação sexual tardia e dependendo da espécie pode demorar de 10 a 50 anos (CHALOUPIKA; LIMPUS, 1997). Durante a temporada reprodutiva, uma única fêmea pode realizar mais de uma postura por temporada, mas nem sempre elas desovam em temporadas consecutivas (LIMPUS, 1993; MILLER, 1997). A diferença entre indivíduos machos e fêmeas só é aparente morfológicamente na fase adulta quando a cauda dos machos cresce consideravelmente ultrapassando o limite da carapaça (PRITCHARD E MORTIMER, 1999). Em filhotes e juvenis o dimorfismo sexual só é observado através de técnicas de dissecação das gônadas, videolaparoscopia abdominal ou dosagem hormonal através de amostras de sangue (WIBBELS, 2003).

Há apenas sete espécies divididas em duas famílias, Cheloniidae composta pelas espécies *Caretta caretta* (LINNAEUS, 1766), *Chelonia mydas* (LINNAEUS, 1758), *Eretmochelys imbricata* (LINNAEUS, 1766), *Lepidochelys kempii* (GARMAN, 1980), *Lepidochelys olivacea* (ESCHSCHOLTZ, 1829) e *Natator depressus* (GARMAN, 1880), e a *Dermochelys coriacea* sendo a única representante da família Dermochelyidae (). Uma das diferenças entre as duas famílias é a formação da carapaça, enquanto a maioria das espécies de tartarugas marinhas tem sua carapaça formada por placas ósseas na parte interna e placas queratinizadas na parte externa, a família Dermochelyidae tem em sua formação a redução dos ossos da carapaça e plastrão formados por um mosaico composto por uma

abundância de pequenos ossos poligonais formando sete quilhas que percorrem toda carapaça longitudinalmente (MEYLAN;MEYLAN, 1999; REIS;GOLDBERG, 2017).

As tartarugas marinhas apresentam ampla distribuição geográfica, circundando oceanos em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, com exceção das espécies *Natator depressus*, endêmica da costa australiana, e a *Lepidochelys kempii* encontrada no Golfo do México e na Costa oriental dos Estados Unidos (REIS e GOLDBERG, 2017). Em Pernambuco é possível observar registros de *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Lepidochelys olivacea*, durante a temporada reprodutiva, nos registros de encalhes no litoral e durante mergulhos recreativos. Considerando os encalhes na região, a *L. olivacea* é a segunda espécie com mais registros (Silva *et al.*, 2019).

A ocupação humana, de forma desenfreada, tem sido uma das principais ameaças, causando a diminuição dos habitats utilizados pelas tartarugas marinhas, devido especialmente à supressão da vegetação litorânea, iluminação artificial, aumento da poluição nas praias e contaminação dos oceanos (MILTON; LUTZ, 2010). Os efeitos das mudanças climáticas, incluído o aumento do nível do mar, bem como o aumento da temperatura, afetam os pontos de desovas, além da influência no desenvolvimento embrionário e na razão sexual dos filhotes. Tais condições podem também afetar a disponibilidade de alimentos, levando a uma necessidade de variar os padrões migratórios (CHALOUPKA *et al.*, 2008; FUENTES *et al.*, 2009; WITT *et al.*, 2010 apud REIS; GOLDBERG, 2017).

### **Lepidochelys olivacea**

*Lepidochelys olivacea*, popularmente conhecida como tartaruga oliva, devido à coloração verde escura, também pode ser identificada através do número de placas que compõe sua carapaça. De acordo com Pritchard e Mortimer (1999), a tartaruga oliva se caracteriza pela presença de seis a dez pares de placas laterais e quatro pares de placas inframarginais no plastrão. *L. olivacea* é considerada uma das menores espécies existentes, podendo medir de 56 a 78 cm de comprimento reto da carapaça durante a fase adulta, atingindo a maturidade sexual mais cedo em relação às outras espécies: entre 11 a 16 anos, a depender das populações estudadas (HEPPELL *et al.*, 2003; MÁRQUEZ, 1994; ZUG *et al.*, 1997).

*L. olivacea* possui ampla distribuição, apresentando rotas de migração em áreas tropicais e subtropicais (PRITCHARD, 1969). Existem registros de nidificação em águas tropicais por quase 60 países (ABREUS-GROBOIS; PLOTKIN, 2008), não sendo observado

movimentos migratórios entre bacias bem como fronteiras oceânicas. No entanto, é possível observar padrões migratórios entre zonas costeiras e oceânicas (PLOTKIN *et al.*, 1995). No Brasil, a área prioritária de reprodução está localizada entre o litoral sul de Alagoas e o litoral norte da Bahia com maior frequência no litoral do estado de Sergipe (SILVA *et al.* 2007).

Assim como outras espécies de tartarugas marinhas, a *L. olivacea* possui um ciclo de vida complexo e utilizam uma extensa área geográfica com muitos habitats (ABREU-GROBOIS; PLOTKIN, 2008). Acredita-se que o filhotes recém- eclodidos permaneça na zona pelágica, utilizando das correntes marítimas para se afastar da praia em que nasceram (KOPITSKY *et al.*, 2000). Algumas áreas utilizadas por adultos são compartilhadas por indivíduos juvenis até a chegada da maturação sexual (MUSICK; LIMPUS, 1997; KOPITSKY *et al.*, 2000).

*L. olivacea* é carnívora em sua fase inicial, possuindo tendência a ser onívora ao longo do seu ciclo de vida (BJORNDAL *et al.*, 1998). Na fase adulta, a espécie se alimenta de crustáceos, pequenos invertebrados, algumas espécies de algas, variando seus hábitos alimentares conforme a região em que vivem (BJORNDAL, 1997; REICHART, 1993). *L. olivacea* em sua fase adulta utiliza uma ampla diversidade de áreas de alimentação e, de acordo com capturas incidentais (bycatch), essa espécie pode se alimentar em áreas mais profundas (80 a 110 m), bem como áreas mais rasas, próximas a estuários (BJORNDAL, 1997; MCMAHON; BRADSHAW; HAYS, 2007). A captura incidental durante as atividades pesqueiras é uma das principais ameaças a espécie em questão, principalmente a utilização de reses de arrasto voltadas para pesca de camarões no litoral de Sergipe (SILVA *et al.*, 2010).

### **Esqueletocronologia**

Conhecer a idade e as taxas de crescimento dos indivíduos de uma população é necessário para a compreensão da demografia, para elaborar, de forma coesa, planos de manejo de medidas de conservação adequadas (BJORNDAL; BOLTEN, 1988). De acordo com Limpus e Walter (1980), as taxas de crescimento das tartarugas verdes juvenis, realizadas através da marcação e recaptura, em comparação ao estudo com tartarugas marinhas em cativeiro, constatou a influência do mesmo no desenvolvimento desses animais, onde o crescimento é consideravelmente mais rápido em comparação com as tartarugas marinhas selvagens. Mediante o exposto, dados obtidos por meio dos indivíduos em cativeiros não podem ser

considerados confiável. Apesar da marcação e recaptura serem os meios ideais de obter estes dados, para as tartarugas marinhas isso se torna logisticamente mais difícil, devido a sua longevidade e crescimento lento (ZUG, 1986).

Devido a tal condição, Castanet et al (1970) sugeriu que indivíduos que são encontrados mortos são valiosos para a conversão em dados científicos, os quais podem ser registrados através da esqueletocronologia. A esqueletocronologia se baseia em no estudo de marcas de crescimento, as quais são formadas em estrutura óssea, considerando que o crescimento ósseo é cíclico, com tais marcas sendo depositadas anualmente (SNOVER; HOHN, 2004).

De acordo com Zug, *et al* (1986), a Tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), apresentou reabsorção no centro da diáfise, mas reteve camadas na parte periférica, principalmente pelo úmero e pelo fêmur. Portanto, as marcas de crescimento são caracterizadas por uma banda mais clara, representando o período de crescimento acelerado, enquanto a banda mais escura representa o crescimento lento ou nulo (Zug et al., 1986). Com a reabsorção, as camadas de crescimento não possuem a mesma medida ao redor da circunferência da seção do úmero, podendo ser visíveis por mais tempo no eixo curto da seção (PARHAM; ZUG, 1997).

Snover e Hohn (2004) evidenciaram a deposição anual das marcas de crescimento em tartarugas marinhas da espécie *Caretta caretta* e *Lepidochelys Kempii* utilizando animais em cativeiro de idade conhecida e aplicando a técnica da validação indireta sugerida por Peabody (1961) e Castanet et al, (1993), indicando a correlação da largura da última zona formada e a data de morte do animal. Outro exemplo de validação foi estudado por Coles *et al.* (2001) que através da marcação e recaptura, foi realizada a medida da carapaça dos indivíduos capturados e a adição de oxitetraciclina, substancia utilizada para marcação óssea e 8 anos depois a mesma tartaruga marinha foi encontrada morta e a partir disso foi feito uma análise esqueletocronológica, por fim observou-se que após a marcação com a tetraciclina haviam 8 marcas de crescimento formadas semelhante ao intervalo de tempo da aplicação da substância até o momento da morte.

## REFERÊNCIAS

ABREU-GROBOIS, A.; PLOTKIN, P. (IUCN SSC Marine Turtle Specialist Group). *Lepidochelys olivacea*. The IUCN Red List of Threatened Species. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T11534A3292503.en>. Aces so em 20 maio 2022. 2008.

BJORNDAL, K.A.; BOLTEN, A.B. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas* on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia*, v. 3, p. 555-564, 1988.

BJORNDAL, K.A. Foraging Ecology and Nutriion of Sea Turtles. In: **The biology of Sea turtles**. CRC Press, v. 1, p. 199 – 231, 1997.

BJORNDAL, K.A.; BOLTEN, A.B.; BENNETT, A.; JACOBSON, E.R.; WRONSKI, T.J.; VALESKI, J.J.; ELIAZAR, P.J. Age and Growth in Sea Turtles: Limitations of Skeletochronology for Demographic Studies. *Copeia*, p. 23-30, 1998.

BOLTEN, A.B. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. In **The biology of Sea Turtle**. CRC Press, v. 2, p. 243-257. 2003.

CASTANET, J.; GASC, J.P.; MEUNIER, F.; RICQLES, A. Calcium et nature des zones de croissance cyclique dans l'os des vertebres poikilothermes. **Compte Rendu Academie de Science Paris**, v. 270, p. 2853-2856, 1970.

CASTANET, J. et al. Bone and individual aging. In: **Hall BBK (ed) Bone, Vol. 7: Bone Growth B**. Boca Raton, FL, CRC Press, p. 245–283, 1993.

CASTILHOS, J.C.; TIWARI, M. Preliminary data and observations from an increasing olive ridley population in Sergipe, Brazil. *Marine Turtles Newsletter*, v. 113, p. 6-7, 2006.

CHALOUPKA, M.; KAMEZAKI, N.; LIMPUS, C. Is climate change affecting the population dynamics of the endangered Pacific loggerhead sea turtle? *Journal of Experimental. Marine Biology and Ecology*. v. 356(1/2), p.136-143, 2008.

CHALOUPKA, M.; LIMPUS, C. Robust statistical modelling of hawksbill sea turtle growth rates (southern Great Barrier Reef). *Marine Ecology Progress Series* n.146, p.1-8, 1997.

CHALOUPKA, M. Y. & MUSICK, J.A. Age, growth, and population dynamics. In: **The biology of sea turtles**. CRC Press. p. 233 – 276, 1997.

COLES, W.C.; MUSICK, J.A.; WILLIAMSON, L.A. Skeletochronology Validation from an Adult Loggerhead (*Caretta caretta*). *Copeia*, (1), p. 240-242, 2001.

FUENTES, M.M.P.B.; MAYNARD, J.A.; GUINEA, M.; BELL, I.P.; WERDELL, P.J.; HAMANN, M. Proxy indicators of sand temperature help project impacts of global warming on sea turtles in Northern Australia. **Endangered Species Research**. v. 9(1), p. 33-40, 2009.

HEPPELL, S. S.; SNOVER, M. L.; CROWDER, L. D. (2003) **Sea turtle population ecology**. In. **The biology of sea turtles**. CRC Press, v. 2, 275–306. 2003.

KOPITSKY, K.; PITMAN, R.L.; PLOTKIN, P. Investigations on at-sea mating and reproductive status of olive ridleys, *Lepidochelys olivacea*, captured in the eastern tropical Pacific. In: Proceedings of the 19th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. **NOAA**. 291p. 2000.

LIMPUS, C. J. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: breeding males in the southern Great Barrier. **Reef in Wildlife Research**. v. 20, p. 513-523, 1993.

LIMPUS, C.; WALTER, D.G. The Growth of Immature Green Turtles (*Chelonia mydas*) under Natural Conditions. **Herpetologica**, v36(2), p. 162-165, 1980.

LUTCAVAGE, M. E. & LUTZ, P. L. Diving Physiolog. In: **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 277–296. 1997.

LUTZ, P. L.; MUSICK, J. A. **The biology of sea turtles**. Boca Raton: CRC Press. p. 432. 1997.

MCMAHON, C.R.; BRADSHAW, C.J.A.; Hays, G.C. Satellite tracking reveals unusual diving characteristics for a marine reptile, the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*). **Mar Ecol Prog Ser** (forthcoming). 2007.

MÁRQUEZ, MR. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. **FAO Fisheries Synopsis**. n 125, v 11, p. 81, 1994.

MEYLAN, A.B; MEYLAN, P.A. Introduction to the Evolution, Life History, and Biology of Sea Turtles. **Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles**. n. 4, 1999.

MILLER, J. D. Reproduction in sea turtles. In: Lutz, P. L. and Musick, J. A. (eds.). **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton, FL: CRC Press. p. 51–81, 1997.

MILTON, S.; LUTZ, P. Natural and human impacts on turtles. In: Shigenaka, G., editor. Oil and sea turtles: biology, planning, and response. USA: **NOAA**. p. 27-34 2010.

MUSICK, J.A.; LIMPUS, C.J. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., editors. **The Biology of Sea Turtles**. Florida: CRC Press. v. 1. p. 137-165. 1997.

PAN. Plano de ação nacional para a conservação das Tartarugas Marinhas. – Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Icmbio**, 2011.

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(2), p. 287-304, 1997.

PEABODY, F.E. Annual Growth Zones in Living and Fossil Vertebrates. **Journal of Morphology**, v. 108(1), p. 11-62, 1961.

PRITCHARD, P.C.H. The Survival of Ridley Sea-turtles in American Waters. **Biological Conservation**, v. 2 (1), p. 13-17, 1969.

PRITCHARD, P.C.H.; MORTIMER, J.A. Taxonomy, External Morphology, and Species Identification. **Research Management Techniques for the Conservation of Sea turtles**. Washington DC, n 4, p 31-48, 1999.

PLOTKIN, P.T.; BYLES, R.A.; ROSTAL, D.C.; OWENS, D.W. Independent versus socially facilitated oceanic migrations of the olive ridley, *Lepidochelys olivacea*. **Marine Biology**, v. 122, p. 137-143, 1995.

POUGH, F.H. Testudines. In: **A vida dos vertebrados**. 4. ed. São Paulo: Atheneu Editora, p. 303-325, 2008.

REICHART, H. A. Synopsis of biological data on the olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) in the western Atlantic. **NOOA Technical Memorandum**. 1993.

REIS, E.C.; GOLDBERG, D.W. Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. In: **Biologia, ecologia e conservação de tartarugas marinhas**. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitats, V.7, p. 63-89, 2017.

REISZ, R.R.; HEAD, J.J. Turtle origins out to sea. **Nature**. v. 456, p. 450-451, 2008.

SILVA, K.O.; SANTOS, E.M.; SIMÕES, T.N. SILVA, A.C. Encalhes de tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. V.10 (2), 2019

SILVA, A.C.C.D.; CASTILHOS, J.C.; LOPEZ, G.G. BARATA, P.C.R. 2007. Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 87: 1047-1056.

SILVA, A.C.C.D.; CASTILHOS, J.C.; SANTOS, E.A.P.; BRONDÍZIO, L.S.; BUGONI, L. Efforts to reduce sea turtle bycatch in the shrimp fishery in Northeastern Brazil through a co-management process. **Ocean and Coastal Management**, 53: 570-576. 2010.

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**, 102(4), 682–692. 2004.

VITT, L.J.; CALDWELL J.P. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. In: Turtles. **Elsevier Inc.** v. 4, p 523-542. 2014.

Wibbels, T. 2003. Critical approaches to sex determination in sea turtles. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J., editors.

WITT, M.J.; HAWES, L.A.; GODFREY, M.H.; GODLEY, B.J.; BRODERICK, A.C. Predicting the impacts of climate change on a globally distributed species: the case of the loggerhead turtle. **The Journal of Experimental Biology**, v. 213, p. 901-911, 2010.

ZUG, G.R.; WYNN, A.H.; RUCKDESCHEL, C. Age determination of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, by incremental growth marks in the skeleton. **Smithsonian Institution Press**, v. 427, p. 1-44, 1986.

ZUG, G.R.; KALB, H.J.; LUZAR, S.J. Age and growth in wild kemp's ridley sea turtles *Lepidochelys kempii* from skeletochronological data. **Biological Conservation**. p. 261-268. 1997.

ZUG, G.R.; CHALOUPKA, M.; BALAZS G.H. Age and growth in olive ridley seaturtles (*Lepidochelys olivacea*) from the North-central Pacific: a skeletochronological analysis. **Marine Ecology**. v. 27, p. 263-270, 2006.

**Estimativa de idade de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no litoral sul de Pernambuco.**

<sup>1</sup> MAYSA ARCANJO FILGUEIRA<sup>1\*</sup>, FABRICIO BEZERRA DE SÁ<sup>2</sup>, FRANCISCO MARCANTE SANTANA<sup>3</sup>, GERALDO JORGE BARBOSA DE MOURA<sup>1</sup> LUANA ROCHA DE SOUZA PAULINO

**Status:** A ser submetido

**Revista:** Austral Ecology (Qualis A4)

**Link de Acesso:**

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14429993/homepage/forauthors.html>

## **Estimativa de idade de *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no litoral sul de Pernambuco.**

<sup>1</sup> MAYSA ARCANJO FILGUEIRA<sup>1\*</sup>, FABRICIO BEZERRA DE SÁ<sup>2</sup>, FRANCISCO MARCANTE SANTANA<sup>3</sup>, GERALDO JORGE BARBOSA DE MOURA<sup>1</sup> LUANA ROCHA DE SOUZA PAULINO

<sup>1</sup>*Laboratório de estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Rua Manoel de Medeiros, Dois irmãos, Recife, PE, 52171-900, Brasil (Email: [filgueiramaysa@gmail.com](mailto:filgueiramaysa@gmail.com))*

<sup>2</sup> *Departamento de morfologia e fisiologia animal, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE*

<sup>3</sup> *Laboratório de dinâmica de populações aquáticas, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE/UASt, Av. Gregório Ferraz Nogueira, Serra Talhada, PE, 56909-535, Brasil Ecoassociados, Rua Caraúna Praça 04 - Porto de Galinhas, Ipojuca - PE, 55590-000, Brasil.*

### **Resumo**

Compreendendo a importância do estudo de estimativa de idade para tartarugas marinhas para o estudo de dinâmica de população, este estudo visa estimar a idade para os indivíduos da espécie *Lepidochelys olivacea* encontrados mortos ao longo do litoral sul de Pernambuco no período de junho de 2021 a outubro de 2022. Durante o estudo foram encontrados 33 indivíduos. O comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) variou entre 50 e 70,50 cm (média =  $58,20 \pm 5,74$  cm) e o comprimento retilíneo da carapaça (CRC) de 47,26 a 66,64 cm (média =  $57,66 \pm 5,43$  cm). A estimativa de idade foi realizada em 19 indivíduos e variou de 13 a 22 anos. O comprimento retilíneo da carapaça também foi correlacionado com a idade estimada das 19 tartarugas-olivas analisadas e observando correlação fortemente positiva ( $r^2=0,908$ ;  $p<0,001$ ). Ter estudos sobre estimativa de idade de uma determinada população é fundamental para entender o desenvolvimento da população dentro da região em questão, sabendo que o ambiente pode influenciar significativamente o desenvolvimento do animal e isso reflete no tipo de ação de conservação.

**Palavra-chave** – 1. Análise esqueletocronológica; 2 – Marcas de crescimento; 3- tartarugas marinhas.

## **Abstract**

Understanding the importance of the study of age estimation for sea turtles, this study aims to estimate the age of individuals of the species *Lepidochelys olivacea* found dead along the southern coast of Pernambuco from June 2021 to October 2022. During the study, 33 individuals were found. The curved carapace length (CCL) varied between 50 and 70.50 cm (mean =  $58.20 \pm 5.74$  cm) and the straight carapace length (CRC) ranged from 47.26 to 66.64 cm (mean =  $57 \pm 5.43$  cm). The age estimate was performed on 19 individuals and ranged from 13 to 22 years. The rectilinear length of the carapace was also correlated with the estimated age of the 19 olive turtles analyzed and observing a strongly positive correlation ( $r^2=0.908$ ;  $p<0.001$ ). Having studies on estimating the age of a given population is fundamental to understanding the development of the population within the region in question, knowing that the environment can significantly influence the development of the animal and this reflects on the type of conservation action.

**Keywords** – 1. Skeletal-chronological analysis; 2 – Marks of growth; 3- sea turtles.

## **Introdução**

As tartarugas marinhas possuem ampla distribuição geográfica, sendo encontradas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (MÁRQUEZ, 1990; PRITCHARD; MORTIMER, 1999). Esses animais têm ciclos de vida complexos e em relação a essa complexidade há lacunas de conhecimento que ainda precisam ser preenchidas (REIS; GOLDBERG, 2017).

Conhecer o padrão de crescimento e como esse crescimento varia ao longo da vida do animal é de extrema importância para compreender a demografia e a história de vida de cada indivíduo de uma determinada população, considerando seu habitat (BJORNDAL; BOLTEN, 1988). Por mais que haja um grande volume de estudos envolvendo as tartarugas marinhas, ainda há uma certa dificuldade em avaliar seu status de conservação e criar planos de manejo pela escassez de dados-chave sobre sua biologia, interações humanas, ameaças ambientais entre outras informações relevantes que auxilia na compreensão dessas populações (HAMANN et al., 2010).

Os parâmetros ambientais exercem uma influência sobre as taxas de crescimento das tartarugas marinhas, conseguindo indicar padrões de migração e uso de habitat (CASALE *et*

*al.*; 2011; HEPPELL *et al.*; 2003). Em diversos grupos de animais a forma de obtenção das taxas de crescimento podem ser por meio da captura e recaptura, considerando que esses animais tenham as características biológicas capazes de auxiliar na coleta desses dados. Porém, este tipo de técnica não é vantagem para as tartarugas marinhas por terem alta longevidade, maturação tardia entre outros atributos biológicos que dificultam a coleta dos dados de crescimento (ZUG; GLOR, 1998a). Considerando essas informações, utilizar espécimes de tartarugas marinhas encalhadas mortas para analisar as taxas de crescimento se tornou uma opção de grande valia, surgindo assim a técnica da esqueletocronologia (ZUG; GLOR, 1998a).

A esqueletocronologia é a técnica que busca analisar estruturas rígidas e calcificadas, oferecendo uma rápida caracterização de parâmetros de idade e crescimento dos indivíduos (AVENS; SNOVER, 2013). Esta técnica evidencia que há uma relação constante e proporcional entre o crescimento dos ossos e o crescimento somático, através da leitura de marcas de crescimento depositadas anualmente nos ossos (CASTANET *et al.*, 1993; CHALOUPIKA; MUSICK, 1997). Alguns estudos de estimativa de idade e taxas de crescimento utilizando a esqueletocronologia foram realizados no Brasil para populações de *Caretta caretta* (Petitet *et al.*, 2012; Lenz *et al.*, 2016), *Lepidochelys olivacea* (Petitet, *et al.*, 2015) e *Chelonia mydas* (Lenz *et al.*, 2017).

O padrão de formação das linhas de crescimento de forma anual em tartarugas marinhas foi validado por meio da marcação de indivíduos com tetraciclina (COLES *et al.*; 2001; SNOVER *et al.*; 2011) e em animais com idade conhecida (SNOVER; HOHN, 2004b). As taxas de crescimento de tartarugas marinhas podem ser influenciadas por diversos parâmetros ambientais, como disponibilidade de alimento e temperatura (HEPPELL *et al.*; 2003), podendo indicar padrões de uso de habitat e migrações dos indivíduos (CASALE *et al.*, 2011).

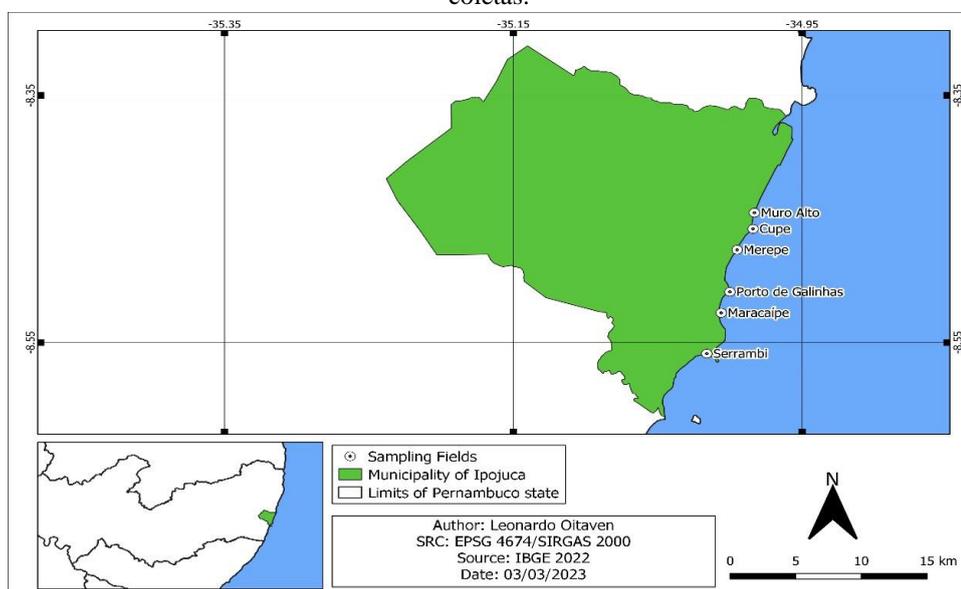
O ciclo de vida das tartarugas marinhas é complexo e compreender aspectos como taxas de crescimento, maturação sexual são importantes para desenvolver os perfis demográficos para as espécies de tartarugas marinhas e com isso criar medidas de conservação baseadas em diferentes regiões habitadas por essas populações (ZUG, 1986). Com base na importância do estudo de idade e crescimento, o presente estudo visa estimar a idade para a tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* encontradas encalhadas mortas no litoral sul do Estado de Pernambuco utilizando a esqueletocronologia.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O trabalho de campo foi realizado no litoral do município de Ipojuca - PE ( $8^{\circ}25'6''S$   $35^{\circ}03'23''W$ ), localizado a cerca de 50km da capital Recife. A área litorânea apresenta 32km, e cerca de 15km são monitorados pela ONG Ecoassociados (Instituição responsável pela conservação de tartarugas marinhas na região) entre as coordenadas  $8^{\circ}26'45.0''S$   $34^{\circ}59'00.0''W$  e  $8^{\circ}33'34.0''S$   $35^{\circ}00'59.0''W$  (Figura 1).

**Figura 1** - Mapa referente aos pontos de coletas ao longo das praias do município de Ipojuca no Estado de Pernambuco. Os pontos representam as praias em que houve coletas.



### Procedimentos metodológicos

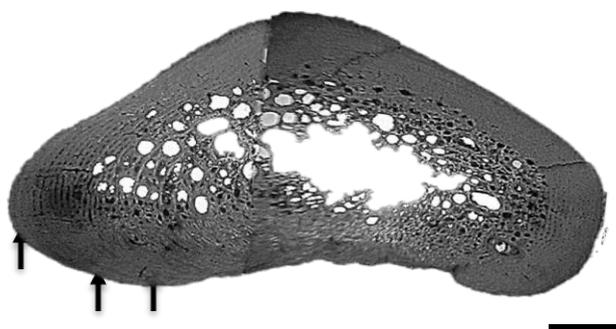
Durante o período de junho de 2021 e outubro de 2022 as tartarugas marinhas encontradas durante as ocorrências de encalhe e morte registradas pela equipe da ONG Ecoassociados. Foi necessário coletar algumas informações durante o registro de encalhe: (1) Identificação da espécie baseada nas características morfológicas, formato da cabeça e bico córneo, formato e números de placas da carapaça, plastrão e cabeça, coloração da carapaça, plastrão e nadadeiras; (2) Comprimento curvilíneo da carapaça utilizando uma fita métrica desde o início da carapaça

até a placa final e a largura curvilínea da carapaça sendo medida na parte mais concava da carapaça; (3) identificação do sexo é realizada de forma morfológica observando o comprimento da cauda, nos machos a cauda ultrapassa o comprimento da carapaça devido ao órgão genital, enquanto nas fêmeas o comprimento não ultrapassa a carapaça. Para estimar a idade dos animais foi retirado um úmero de cada indivíduo.

Durante a coleta do úmero, mesmo retirando o máximo possível de tecido mole, ainda restaram vestígios. Para realizar a limpeza total foi utilizado uma solução de bicarbonato de sódio em água fervente e após verificar que os ossos estavam totalmente limpos, os mesmos foram secos naturalmente e levados ao laboratório de Estudos Herpetológicos e Paleoherpetológicos – LEHP localizado na Universidade Federal de Pernambuco, unidade sede.

Zug et al. (1986) realizou algumas medidas morfométricas do úmero com o objetivo de correlacionar com o comprimento retilíneo da carapaça de cada indivíduo. Para isso foi utilizado um paquímetro manual metálico com precisão de 0,005mm para realizar as seguintes medidas: (1) Comprimento total; (2) Largura média; (3) distância da Crista Deltopeitoral (APENDICÊ I).

**Figura 2** - Seção do úmero da espécie *Lepidochelys olivacea* coletado no litoral do município de Ipojuca - PE. As setas em preto sinalizam as marcas de crescimento evidentes na imagem.



Foram feitas seções longitudinais próximas a crista Deltopeitoral utilizando uma serra manual. Após os cortes, as seções apresentaram ranhuras proveniente da serra e para isso foi necessário poli-las utilizando lixas d'aguas com grânulos que variaram de 150 a 1200GR para retirar qualquer resquício deixado pela lâmina.

Com as seções já polidas foi utilizado um microscópio estereomicroscópio trinocular com luz refletida de baixa intensidade com câmera acoplada do modelo Eurikam 1.3 para visualização das seções através do notebook.

As imagens registradas pela câmera acoplada ao estereomicroscópio passaram por um tratamento com a utilização do Software de edição Photoshop CS6 (Versão 13.0) para melhorar a visualização das linhas e o software ImageJ (Versão 1.3) foi utilizado para medir o diâmetro das linhas de crescimento observadas.

### **Análise de dados**

Os estudos que envolvem a estimativa de idade em tartarugas marinhas utilizam o comprimento retilíneo da carapaça (CRC) nas análises, porém todos os indivíduos utilizados foram medidos baseados no comprimento curvilíneo da carapaça (CCC). Para isso foi necessário utilizar uma fórmula de conversão de CCC para CRC utilizada para a espécie *Lepidochelys kempii*, considerando que ambas compartilham do mesmo gênero e as espécies possuem semelhanças entre si. A equação é baseada no estudo de Lamont e Johnson (2021) descrita da seguinte forma:  $CRC = 0.013 + (0.945 \times CCC)$ .

No decorrer do ciclo de vida das tartarugas marinhas as marcas de crescimento mais antigas são reabsorvidas através do remodelamento ósseo impossibilitando a visualização e a contabilização para uma estimativa real da idade do indivíduo. Não foi possível observar a primeira marca de crescimento (*annulus*) dos indivíduos analisados e para isso foi necessário utilizar um fator de correção (FC) construído por Parham e Zug (1998), utilizado em estudos de idade e crescimento para *Lepidochelys olivacea* (Petitet *et al*, 2015; Zug *et al.*, 2006), utilizando a média do diâmetro diafisário (0,8mm) e a média do CRC (4,0 cm) utilizados em Zug *et al.*, (2006). Com a estimativa das linhas perdidas localizadas no núcleo de reabsorção, elas foram somadas às linhas observadas na parte mais visível da seção para estimar a idade real de cada indivíduo.

Além disso realizado uma análise de correlação entre o comprimento do animal às medidas das seções do úmero afim de encontrar uma relação proporcional. Todas as análises foram realizadas utilizando o software R Core team (Versão 4.1).

## Resultados

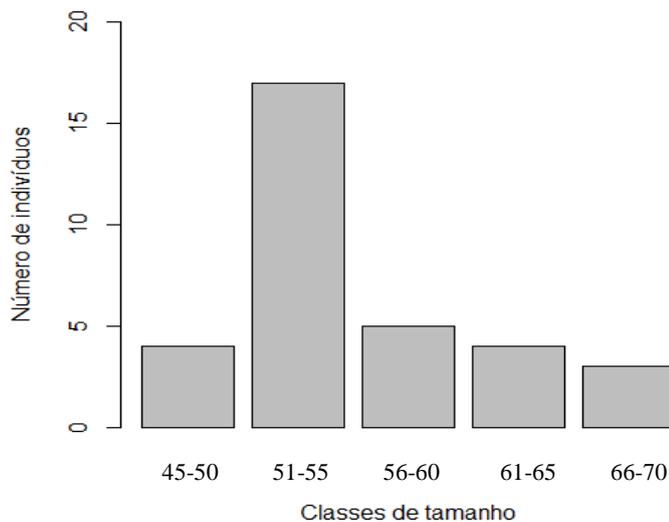
Um total de 33 tartarugas-olivas foram analisadas ao longo do estudo. Todos os indivíduos eram adultos (macho=22 e fêmea = 11) e apresentaram o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) entre 50 a 70,50 cm (média =  $58,20 \pm 5,74$  cm) e o comprimento retilíneo da carapaça (CRC) entre 47,26 e 66,64 cm (média= $57,66 \pm 5,43$  cm) (Tabela 1).

**Tabela 1-** Média, máximo e mínimo dos comprimentos curvilíneos e retilíneos da carapaça (cm) dos indivíduos coletados. N = 33.

	CCC	CRC
<i>Média</i>	56,88	56,66
<i>Máximo</i>	70,50	66,64
<i>Mínimo</i>	50,00	47,26

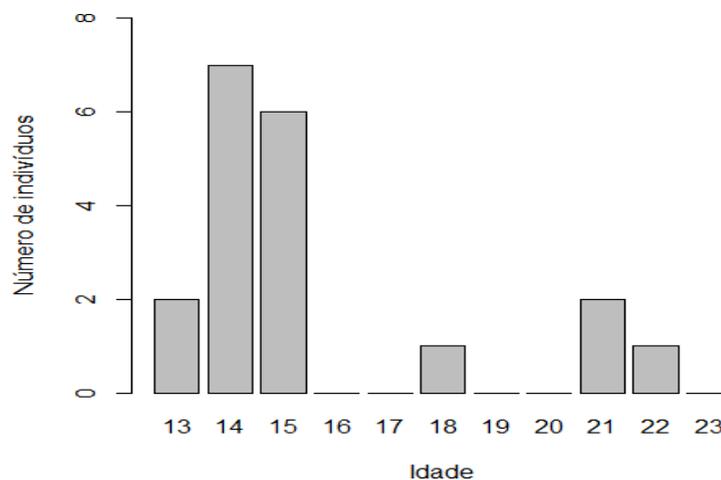
Dividindo os indivíduos por classes de tamanho relacionado ao CRC, observou-se que cerca de 50% (n=17) dos indivíduos coletados estavam presente na classe de tamanho de 50-55 cm, enquanto no intervalo entre 65-70 cm representava 9%(n=3) do total de tartarugas coletadas (Figura 4).

**Figura 3** - Classes de tamanho do comprimento retilíneo da carapaça (CRC.) da espécie *Lepidochelys olivacea* coletados no litoral de Ipojuca, PE (N=33).

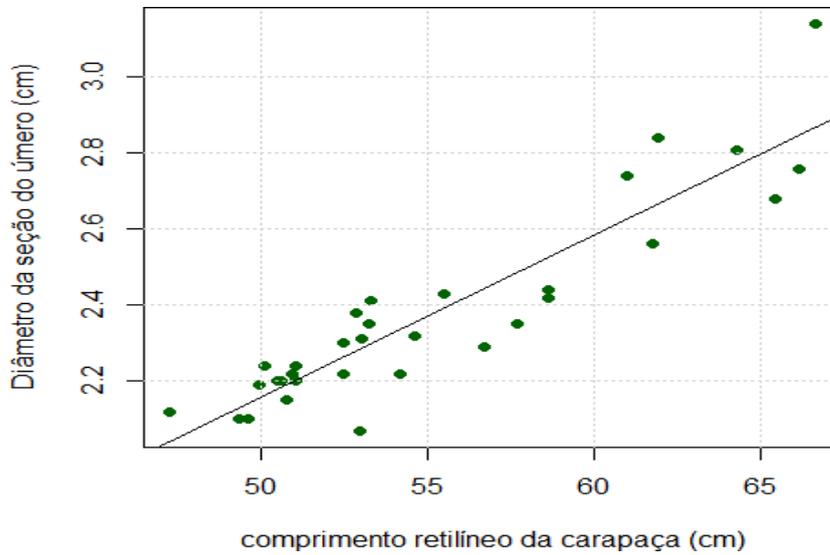


A estimativa de idade foi realizada em 19 indivíduos e variou de 13 a 22 anos (média =  $16 \pm 3$  anos; Figura 5) com o CRC variando de 49,91 a 66,16 cm (média= $54,51 \pm 5,18$  cm). As marcas de crescimento observadas variaram de 3 a 9, enquanto a estimativa de marcas perdidas estava entre 9 a 13. As idades 14 e 15 anos foram as mais frequentes em relação aos indivíduos analisados com a média de comprimento em  $52,68 \pm 1,79$  cm e  $51,91 \pm 1,66$  respectivamente. A relação entre o CRC e o diâmetro da seção do úmero mostrou ser fortemente positiva ( $r^2=0,916$ ;  $p < 0,001$ ; Figura 6), evidenciando a relação entre o crescimento somático e o crescimento ósseo.

**Figura 4** - Distribuição de idade das tartarugas marinhas *Lepidochelys olivacea*. As figuras de tamanho e idade deveriam estar próximas (N=19).

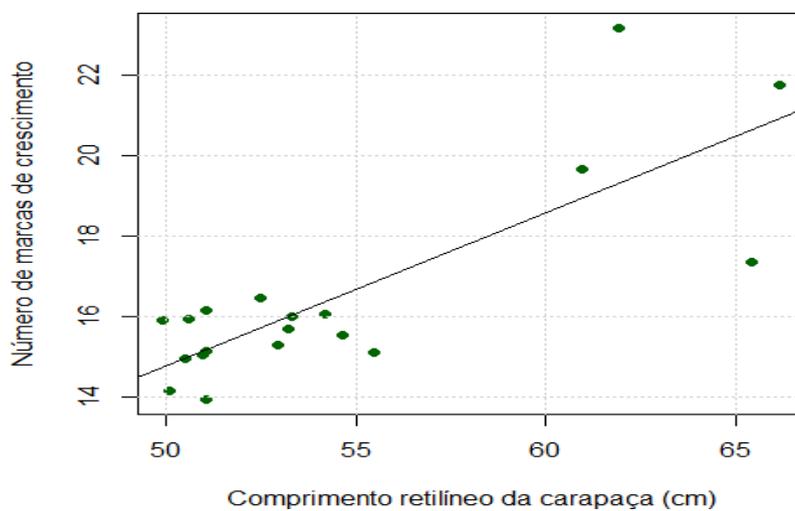


**Figura 5** - Relação entre o comprimento retilíneo da carapaça (cm) e o diâmetro da seção do úmero (cm) de *Lepidochelys olivácea* (N=19).



O comprimento retilíneo da carapaça também foi correlacionado com a idade estimada das 19 tartarugas-olivas analisadas e observou-se que há correlação fortemente positiva ( $r^2=0,908$ ;  $p<0,001$ ; Figura 7), reforça que a idade corresponde com o comprimento final do animal após a morte.

**Figura 6** - Relação do comprimento retilíneo da carapaça e a idade estimada após estimar as marcas de crescimento perdidas de *Lepidochelys olivacea*. (N=19)



## Discussão

O uso da esqueletocronologia é fundamental para a estimativa de idade em tartarugas marinhas, pois simplifica a coleta de dados através da utilização de estruturas ósseas de animais que morreram encalhados (Zug, *et al.*, 1986). A tartaruga-oliva é uma das espécies que mais tem frequência de encalhes no litoral sul de Pernambuco facilitando a coleta de material para pesquisa (Silva *et al.*, 2019).

Um fator notável em relação ao crescimento de tartarugas marinhas é a grande variação entre indivíduos, dentro de classes de idade e tamanho, o que é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos (Zug *et al.*, 1998). O diferencial no crescimento em alguns segmentos do úmero durante o início do desenvolvimento do animal torna o estudo morfológico mais amplo (Zug *et al.*, 2006). A ausência de juvenis e filhotes encalhados no litoral pernambucano pode levantar a hipótese de que os indivíduos adultos utilizam a área como zona de alimentação, além que a região não é ponto frequente de desova da *Lepidochelys olivacea*.

A variação no comprimento da carapaça dos indivíduos utilizados na presente pesquisa fora menor ao publicado por Petitet *et al.*, (2015) no litoral de Sergipe. Enquanto os animais utilizados em Sergipe tiveram o comprimento retilíneo da carapaça variado de 56,7 a 72,2 cm (média =  $65.8 \pm 3.73$  cm), as tartarugas coletadas em Pernambuco variaram de 47,26 a 66,64 cm (média =  $57,66 \pm 5,43$  cm) apresentando indivíduos menores. Apesar de possuir indivíduos menores em comparação a Sergipe, as marcas de crescimento observadas tiveram a mesma variação entre 3 a 9 marcas visíveis nas amostras. A idade estimada para Pernambuco se aproximou variando de 13 a 22 anos, enquanto em Sergipe a variação foi de 14 a 26 anos, havendo a probabilidade de serem a mesma população considerando que são regiões próximas (Petitet *et al.*, 2015).

As marcas de crescimento foram utilizadas para estudar os padrões de idade e em vertebrados, porém alguns animais são mais fáceis de obter os registros de idade de forma mais afetiva que outros. Os otólitos, por exemplo, são bem eficazes nesse tipo de análise, pois as linhas de crescimento não estão sujeitas a reabsorção (BEAMISH *et al.*, 1987; PEREIRA *et al.*, 1995). No presente estudo, todas as seções examinadas apresentaram reabsorção e perda das marcas de crescimento mais antigas e com isso foi necessário utilizar o fator de correção para estimar as marcas reabsorvidas e estimar a idade real de cada indivíduo.

A deposição das marcas de crescimento apresentou o mesmo padrão da *Chelonia mydas* e *Caretta caretta*, porém seções não coradas observadas através de luz transmitida pode não mostrar as marcas de crescimento com tanta nitidez (Zug *et al.*, 2006). Segundo Zug *et al.* (2006), A observação das marcas de crescimento utilizando a luz polarizada evidenciou que o crescimento ósseo da *L. olivacea* é semelhante ao padrão anual da *Caretta caretta* e *Lepidochelys kempii*. A deposição anual das marcas de crescimento foi validada para a espécie *Lepidochelys kempii* utilizando espécimes de idade conhecida, por mais que não haja estudos de validação para a *Lepidochelys olivacea*, o estudo de validação para *L.kempii* é utilizado por serem espécies do mesmo gênero (Snover *et al.*, 2004).

Foi verificada uma correlação significativa entre o comprimento a carapaça e a idade. A idade e o tamanho do corpo estão positivamente relacionados em reptéis, mas essa relação se torna fraca por possuir uma variação considerável de tamanho e determinadas classes de idade (Halliday & Verrel, 1988). Porém os resultados da correlação foram fortemente positivos com os indivíduos analisados neste estudo.

### **Considerações finais**

É evidente a importância da esqueletocronologia como ferramenta no estudo para estimativa de idade em tartarugas marinhas, considerando que seu ciclo de vida é complexo e sua alta longevidade, padrões de migrações e crescimento lento influenciam negativamente na coleta de dados de forma direta através da captura e recaptura. Os resultados de idade são fundamentais para conhecer a população que existe na região e a variação dentro do N amostral evidenciou que há a possibilidade de os indivíduos usarem a zona costeira do litoral como zona de alimentação. Ter estudos sobre essa temática é fundamental para entender como a população se desenvolve dentro da região em questão, sabendo que o ambiente pode influenciar significativamente o desenvolvimento do animal e isso reflete no tipo de ação de conservação a ser instaurada.

## Referências

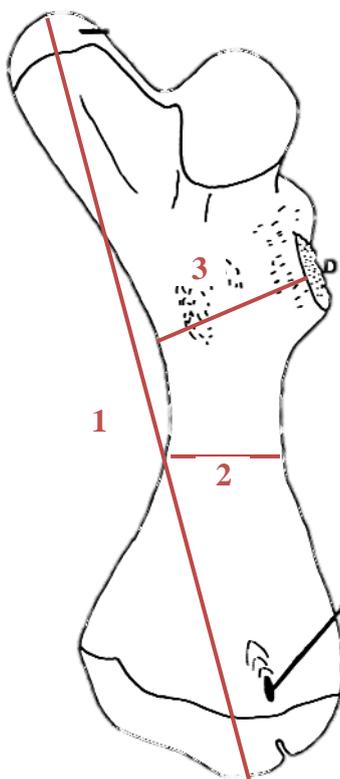
- Avens L. & Snover M.L. (2013) Age and age estimation in sea turtles. In: The biology of sea turtles. CRC Press, **3**, 97-133.
- Beamish R.J. & McFarlane G.A. (1987) Current trends in age determination methodology. In: Summerfelt RC, Hall GE (eds) The age and growth of fish. Iowa State University Press, Ames, 15–42.
- Bjorndal K.A. & Bolten, A.B. (1988) Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas* on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia*, **3**, 555-564.
- Bjorndal K.A. & Bolten A.B. (2018) Growth rates of juvenile loggerheads, *Caretta caretta*, in the Southern Bahamas. *Journal of Herpetology*, v. **22**, 480-482.
- Casale P., Conte N., Freggi D., Cioni, C. & Argano R. (2011) Age and growth determination by skeletochronology in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, **75**(1), 197-203.
- Castanet, J. et al. (1993) Bone and individual aging. In: Hall BBK (ed) Bone, Vol. 7: Bone Growth B. Boca Raton, FL, CRC Press, 245– 283.
- Chaloupka M.Y. & Musick J.A. (1997) Age, growth, and population dynamics. In: The biology of sea turtles. CRC Press. p. 233 – 276.
- Coles W.C., Musick, J.A. & Williamson, L.A. (2001) Skeletochronology Validation from an Adult Loggerhead (*Caretta caretta*). *Copeia*, (1), 240-242.
- Hamann M., Godfrey M.H., Seminoff J.A., Arthur K., Barata P.C.R., Bjorndal K.A., Bolten, A.B., Broderick A.C., Campbell L.M., Carreras C., Casale P., Chaloupka M., Chan S.K.F., Coyne M.S., Crowder L.B., Diez C.E., Dutton P.H., Epperly S.P., FitzSimmons N.N., Formia A., Girondot M., Hays G.C., Cheng I.J., Kask Y., Lewison R., Mortimer J.A., Nichols, W.J, Reina R.D., Shanker K., Spotila J.R., Tomás J., Wallace B.P., Work T.M., Zbinden, J. & Godley B.J. (2010) Global research priorities for sea turtles: Informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, **11** (3), 245- 269.

- Heppell S.S., Snover M.L. & Crowder L.D. (2003) Sea turtle population ecology. In: The biology of sea turtles. CRC Press, 2, 275–306.
- Halliday T.R. & Verrel P.A. (1988) Body size and age in amphibians and reptiles. *Journal of Herpetology*. **22**(3), 253–265.
- Márquez M.R. (1990) FAO Species Catalogue. Vol. 11. Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fish. Synop. 125(11),81.
- Pereira D.L., Bingham C., Spangler G.R., Conner D.J. & Cunningham P.K. (1995) Construction of a 110-year biochronology from sagittae of freshwater drum (*Aplodinotus grunniens*). In: Secor DH, Dean JM, Campana SE (eds) Recent developments in fish otolith research. University of South Carolina Press, Columbia, 177–196.
- Petit R., Avens L., Castilhos J., Kinas P.G. & Bugoni L. (2015) Age and growth of olive ridley sea turtles *Lepidochelys olivacea* in the main Brazilian nesting ground. *Marine Ecology Progress Series*. **541**, 205-218.
- Pritchard P.C.H. & Mortimer J.A. (1999) Taxonomy, External Morphology, and Species Identification. *Research Management Techniques for the Conservation of Sea turtles*. Washington DC, **4**, 31-48.
- Reis E.C. & Goldberg D.W. (2017) Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. In: *Biologia, ecologia e conservação de tartarugas marinhas*. Rio de Janeiro: Elsevier. *Habitats*, **7**, 63-89.
- Silva K.O., Santos E.M., Simões T.N. & Silva A.C. (2019) Strandings of sea turtles in the south coast of Pernambuco, Brazil. *Ibero-American Journal of Environmental Sciences*. **10**(2), 53-64.
- Snover M.L., Hohn A.A., Goshe L.R. & Balazs G.H. (2011) Validation of annual skeletal marks in green sea turtles *Chelonia mydas* using tetracycline labeling. *Aquatic Biology*, **12**, 197-204.
- Snover M.L. & Hohn A.A. (2004). Validation and interpretation of annual skeletal marks in loggerhead (*Caretta caretta*) and Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) sea turtles. *Fishery Bulletin*, **102**(4), 682–692.

- Zug G.R., Chaloupka M. & Balazs G.H. (2006) Age and growth in olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*) from the North-central Pacific: a skeletochronological analysis. *Marine Ecology*. **27**, 263- 270.
- Zug, G.r. & Glor, R.E. (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., Wynn A.H. & Ruckdeschel, C. (1986) Age determination of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, by incremental growth marks in the skeleton. Smithsonian Institution Press, **427**, 1-44.

## Apêndice I

Ilustração da vista dorsal de um úmero (modificado de Zug, et al., 1986). As linhas em laranja informam os tipos de medidas que foram realizadas. **1.** Comprimento Máximo; **2.** Largura média.; **3.** Largura da Crista deltopeitoral.



**Fonte:** Zug *et al.*; (1986)