

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO - UENF

**ANNA PAULA MARTINS DE CARVALHO**

**PADRÃO DE OSSIFICAÇÃO DE ELEMENTOS ÓSSEOS DO BOTO-CINZA,  
*Sotalia guianensis*, DO LITORAL DO ESPÍRITO SANTO**

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ

2011

**ANNA PAULA MARTINS DE CARVALHO**

**PADRÃO DE OSSIFICAÇÃO DE ELEMENTOS ÓSSEOS DO BOTO-CINZA,  
*Sotalia guianensis*, DO LITORAL DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

ORIENTADOR: Prof. Leonardo Serafim da Silveira  
CO-ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Ana Bárbara Freitas Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2011

ANNA PAULA MARTINS DE CARVALHO

**PADRÃO DE OSSIFICAÇÃO DE ELEMENTOS ÓSSEOS DO BOTO-CINZA,  
*Sotalia guianensis*, DO LITORAL DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

**Aprovada em: 16/02/11**

---

Prof<sup>ª</sup>. Ana Bernadete Lima Fragoso (DSc, Ciências Biológicas) - UERN

---

Prof<sup>ª</sup> Juliana Marigo (Dsc, Biologia Parasitária) – MAQUA/UERJ

---

Prof<sup>ª</sup>. Ana Barbara Freitas Rodrigues - Co-orientadora (DSc, Anatomia Vet.) -  
UENF

---

Prof. Leonardo Serafim da Silveira - Orientador (DSc Patologia Vet.) - UENF

Aos,

Meus pais, Joilson Dias de Carvalho e Samara Martins de Carvalho, e ao meu irmão, Pedro Henrique Martins de Carvalho, por tudo que vocês já fizeram por mim

**Dedico.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar saúde, coragem e força de vontade e por me permitir concluir mais esta etapa.

Aos meus pais, Joilson Dias de Carvalho e Samara Martins de Carvalho, pelo amor, carinho, apoio, atenção e por estarem sempre ao meu lado quando precisei. Vocês me ajudaram a chegar até aqui.

Ao meu irmão, Pedro Henrique Martins de Carvalho pela companhia, pela ajuda e por tornar alguns momentos difíceis mais fáceis.

Ao meu orientador e professor, Leonardo Serafim da Silveira, pela compreensão, ensinamentos, apoio, disponibilidade e amizade durante toda a faculdade e agora durante o mestrado.

A minha co-orientadora e professora Ana Bárbara Freitas Rodrigues por toda a ajuda, ensinamentos, apoio e amizade durante toda essa jornada.

Ao meu namorado, Herval Velasco Neto, pelo carinho, amizade e por estar sempre ao meu lado, mesmo nos momentos difíceis e estressantes.

A Organização Consciência Ambiental - Instituto ORCA, Vila Velha – ES, em especial o seu diretor Lupércio de Araújo Barbosa, por ceder todo o material que deu origem a esse mestrado e toda a ajuda recebida durante todo o processo.

Aos meus companheiros e amigos Juliana Ywasaki Lima, Fábio Ferreira de Queiroz e Carolina Torres de Azevedo por toda a ajuda recebida, pela amizade e pelos momentos de risadas que tornaram tudo mais fácil.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pelo oferecimento do curso e a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Prof. Manuel Vazquez Vidal Júnior por me ajudar com a estatística e pelas observações pertinentes que ajudaram a melhorar este trabalho.

Aos amigos Ana Carolina Beliene Maia e Daniel Faustino Guimarães por toda a ajuda recebida durante este processo.

A todos da Clínica Veterinária Campos, especialmente Adélia Sepúlveda Campos e Sérgio Campos, e da RADMED pela concessão do espaço, tempo e paciência nas longas jornadas de radiografias.

A todos os professores, funcionários e estudantes do Laboratório de Oceanografia da FURG, especialmente ao Prof. Eduardo Secchi e a mestre Silvina

Botta, por cederem espaço, conhecimento e permitirem a realização do corte dos dentes em suas dependências.

As amigas Juliana Marigo e Silvana Botta por toda a paciência e ajuda a mim dispensada quando precisei.

Ao amigo Luiz Antonio Eckhardt Pontes pela paciência, ajuda, amizade e companheirismo.

A todos os professores e funcionários do curso de Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

A todos os meus amigos por estarem ao meu lado, mesmo que alguns de longe, pela amizade de tantos anos e por me fazerem rir.

Aos meus amigos de graduação e agora de mestrado, Luciana, Isabela e Vinícius, por todos esses anos juntos na UENF e por tornarem tudo mais divertido.

A todos os outros amigos conquistados durante o mestrado.

A toda a minha família por estarem sempre ao meu lado torcendo e acreditando em mim.

Aos membros da banca por todas as modificações pertinentes e por ajudarem a tornar este trabalho melhor.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para que eu chegasse até aqui.

## RESUMO

CARVALHO, Anna Paula Martins, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2011. Padrão de ossificação de elementos ósseos do boto-cinza, *Sotalia guianensis*, do litoral do Espírito Santo. Orientador: Prof. Dr. Leonardo Serafim da Silveira. Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Bárbara de Freitas Rodrigues

O boto *Sotalia guianensis* é uma das espécies de cetáceos mais encontradas no Brasil e uma das mais estudadas, o conhecimento acerca de sua idade e seu desenvolvimento são essenciais para estes estudos. A estimativa de idade pela contagem dos grupos de camada de crescimento (GLGs) na dentina é preconizada para estes animais, mas outras formas de avaliação de desenvolvimento são comumente utilizadas, como o comprimento total (CT) e a análise do fusionamento das vértebras. O objetivo deste trabalho é criar um padrão para avaliação de desenvolvimento destes animais através da análise das radiografias das nadadeiras peitorais. Trinta e sete botos-cinza provenientes do estado do Espírito Santo foram submetidos à estimativa de idade dentária, determinação do CT, análise do grau de fusionamento das vértebras e radiografia das nadadeiras peitorais. Os resultados foram submetidos à correlação de Pearson, Regressão Linear, raiz quadrada e quadrática para verificar se eram correlacionados significativamente. Verificou-se que os espécimes estudados têm CT ao nascimento de 103,3 cm e os animais maduros fisicamente têm CT de 187,5cm. As análises radiográficas permitiram avaliar a correlação significativa entre a idade e o grau de desenvolvimento das epífises distais do rádio e da ulna e ao metacarpo. O CT demonstrou correlação significativa com as epífises distais do rádio e da ulna e o grau de fusionamento vertebral demonstrou correlação significativa com a epífise distal do rádio. Todos os animais analisados demonstraram hiperfalangia, embora animais neonatos tenham apresentado número de falanges diferentes da literatura em alguns dedos. Pode-se concluir que a análise radiográfica das nadadeiras peitorais é uma boa maneira de avaliação da maturação física desses animais e, em conjunto com outros dados, pode ajudar na estimativa da idade e auxiliar em estudos ecológicos e populacionais.

**Palavras-chave: *Sotalia guianensis*, Nadadeira peitoral, Morfologia, Maturidade Física**

## ABSTRACT

CARVALHO, Anna Paula Martins, M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2011. Pattern of ossification of bones elements in the guiana dolphin, *Sotalia guianensis*, from the Espírito Santo's coast. Adviser: Prof. PhD. Leonardo Serafim da Silveira.

The *Sotalia guianensis* is the most common dolphin's species in Brazil and one of the most studied. The knowledge about their age and development are essential for studies. The growth layers group (GLGs) counts in the dentine is recommended for estimated age, but other forms of evaluation of development are commonly used, such as total length (TL) and analysis of the fusion of the vertebrae. The objective is to create a standard for evaluation of development of guiana dolphin by analysis of flippers radiographs. Thirty seven guiana dolphin from the state of Espírito Santo were subjected to estimate dental age, the TL determination, assessing the degree of fusion of the vertebrae and X-ray of pectoral fins. The results were submitted by Pearson correlation, linear regression, square root and quadratic to determine whether these parameters were significantly correlated. The results verified that the specimens studied have 103.3 cm TL at birth and the physically mature animals has TL 187.5 cm. The radiographic analysis demonstrated a significant correlation between age and development degree of the distal epiphysis of radius and ulna and the metacarpus. The TL showed a significant correlation with the distal epiphyses of radius and ulna and the degree of spinal fusion showed significant correlation with distal epiphysis of radius. All animals showed hiperphalangy, although neonates animal have shown different number of phalanges of the literature on some digits. It can be concluded that the X-ray analysis of the pectoral fins is a good way of assessing the physical maturation of these animals and, together with other data, can help in estimating the age and assist in ecological studies and population.

**Key-words:** *Sotalia guianensis*, flippers, morphology, physical maturity

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Esquema de nadadeira peitoral de <i>Sotalia guianensis</i> . h-úmero, r-rádio, u-ulna, na-navicular, i-intermédio, cn-cuneiforme, p-pisiforme, tz-trapézio, MG- magno, um-unciforme, o-olécrano. Metcarpais: MI-MV (MENEZES & SIMÕES, 1996).....	19
<b>Figura 2:</b> Centros de ossificação secundária observados nas epífise distais do rádio e na ulna, nas nadadeiras peitorais dos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> do litoral do Espírito Santo: A) Grau 0 (seta fina) e Grau 1 (seta grossa). B) Grau 2. C) Grau 3. D) Grau 4. E) Grau 5. F) Grau 6.....	25
<b>Figura 3:</b> Gráfico da relação entre idade e comprimento total dos 37 animais <i>Sotalia guianensis</i> analisados do litoral do Espírito Santo Campos dos Goytacazes, 2011.....	29
<b>Figura 4:</b> Gráfico da equação $Y=2,279 +0,198x$ , para a epífise distal do rádio (RD) esperada para cada idade no grupo de todos os espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> analisados. Campos dos Goytacazes, 2011.....	37
<b>Figura 5:</b> Gráfico da equação $Y=2,719 + 0,633x$ , para a epífise proximal do rádio (RP) esperada para cada idade no grupo formado pelos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> menores que 7 anos. Campos dos Goytacazes, 2011.....	39
<b>Figura 6:</b> Gráfico da equação $Y=1,11 + 0,623x + 0,0204 x^2$ , para a epífise distal do rádio esperado para cada idade no grupo dos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> maiores que 180,1 cm. Campos dos Goytacazes, 2011.....	40
<b>Figura 7:</b> Gráfico da equação $Y= 1,116 + 0,257x$ , para o metacarpo esperado para cada idade dos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> maiores que 185 cm. Campos dos Goytacazes, 2011.....	41
<b>Figura 8:</b> Gráfico da equação $Y= -1,475 +2,998x^{-0,5} - 0,2943x$ , para a epífise distal do rádio esperada para cada idade dos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> maiores que 185 cm. Campos dos Goytacazes, 2011.....	42
<b>Figura 9:</b> Gráfico da equação $Y= 1,096 + 0,581x$ , para a epífise distal da ulna esperada para cada idade dos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> com as epífises vertebrais não fusionadas. Campos dos Goytacazes, 2011.....	42
<b>Figura 10:</b> Gráfico da equação $Y= 3,441 + 0,138x$ , para a epífise distal da ulna	

e do rádio esperadas para cada idade dos espécimes de *Sotalia guianensis* com todas as epífises vertebrais fusionadas. Campos dos Goytacazes, 2011..... 44

**Figura 11:** Gráfico da relação da idade e o estágio de fusão da epífise distal do rádio nos espécimes *Sotalia guianensis* analisados provenientes do litoral do Espírito Santo. Campos dos Goytacazes, 2011..... 45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Demonstrativo do comprimento total (CT) relacionado com cada idade nos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> do litoral do Espírito Santo em que foi possível a mensuração do comprimento total. Campos dos Goytacazes, 2011.....	28
<b>Tabela 02:</b> Demonstrativo do mínimo, média, máximo e desvio padrão (DP) do comprimento total (CT) e da idade dos animais totais (N) em cada um desses parâmetros analisados dos espécimes de <i>Sotalia guianensis</i> do litoral do Espírito Santo.....	29
<b>Tabela 03:</b> Demonstrativo do mínimo, média, máximo, desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes menores de 7 anos.....	30
<b>Tabela 04:</b> Demonstrativo do mínimo, média, máximo e desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes maiores de 7 anos.....	31
<b>Tabela 05:</b> Demonstrativo do mínimo, média, máximo e desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes com nenhuma epífise vertebral fusionada.....	31
<b>Figura 6:</b> Tabela 06: Demonstrativo do mínimo, média, máximo e desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes com as epífises vertebrais parcialmente fusionadas.....	31
<b>Tabela 7:</b> Demonstrativo do mínimo, média, máximo e desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes com todas as epífises vertebrais fusionadas.....	32
<b>Tabela 8:</b> Número de falanges encontradas em cada dedo e a porcentagem em relação ao número de nadadeiras analisadas (n) dos espécimes do litoral do Espírito Santo.....	33
<b>Tabela 9:</b> Número de animais e a porcentagem do grau de desenvolvimento encontrado em cada osso estudado nos espécimes <i>Sotalia guianensis</i> provenientes do litoral do Espírito Santo.....	34

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1. OBJETIVO GERAL.....	14
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.3. JUSTIFICATIVA .....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1. EVOLUÇÃO DOS CETÁCEOS.....	16
2.2. CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE.....	16
2.3. MORFOLOGIA DAS NADADEIRAS PEITORAIS DE CETÁCEOS.....	18
2.4. AVALIAÇÃO DE MATURAÇÃO.....	19
<b>2.4.1. Análise Radiográfica</b> .....	20
<b>2.4.2. Avaliação dos estágios epifisários</b> .....	21
<b>2.4.3. Determinação de idade por secção dentária</b> .....	21
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
3.1. EXEMPLARES ANALISADOS.....	23
3.2. RADIOGRAFIA DAS NADADEIRAS PEITORAIS.....	23
3.3. AVALIAÇÃO DE IDADE ATRAVÉS DAS RADIOGRAFIAS DE NADADEIRAS PEITORAIS.....	24
3.4. AVALIAÇÃO DE MATURIDADE FÍSICA.....	25
3.5. AVALIAÇÃO DENTÁRIA PARA ESTIMATIVA DE IDADE.....	26
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28

<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>57</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Sotalia guianensis*, conhecida como boto-cinza é uma das mais comumente encontradas no Brasil e está distribuída ao longo de grande parte da costa da América Central e América do Sul (SIMÕES-LOPES, 1988; FLORES 2002). Por ser facilmente encontrada, é uma das espécies mais estudadas nessas regiões, embora ainda seja considerada pouco conhecida pela The World Conservation Union (IUCN) e pelo Governo Brasileiro (IBAMA 2001; REEVES *et al.*, 2003).

Segundo Sydney e Monteiro-Filho (2007), a diferenciação de uma população em classes etárias é importante para estudos reprodutivos e demográficos. Em cetáceos odontocetos, a estimativa de idade é prioritária para estudos relacionados à biologia populacional e ao ciclo de vida (HOHN, 1990; SYDNEY & MONTEIRO-FILHO, 2007).

A avaliação dentária já é amplamente usada em Biologia e Medicina Veterinária para determinação etária em diversas espécies, principalmente em cetáceos, porém é um método complicado por ser de difícil acesso e de difícil realização e, muitas vezes, inviável economicamente.

É essencial conhecer o grau de desenvolvimento desses animais, além da idade, o que pode ser realizado pelo comprimento total corporal, pela determinação da maturação sexual e pela análise da coluna vertebral, além do método de análise dentária para estimativa de idade (MARTINS & SAKIMA, 1977; MOSCATIELLO *et al.*, 2008). Em humanos, uma das formas mais utilizadas para estimativa de idade é a observação da maturação óssea através de radiografia de mão e punho (TAVANO *et al.*, 1982; SANTOS & ALMEIDA, 1999) e esta metodologia também vem sendo realizada em diversas espécies de cetáceos através de radiografias das nadadeiras peitorais (STOCKIN *et al.*, 2008).

Ogden *et al.* (1981) criaram um padrão para analisar os centros de ossificação secundária da nadadeira peitoral e determinar o desenvolvimento dos animais.

O presente trabalho correlacionará a utilização do método de análise da maturação óssea pela análise da nadadeira peitoral com outras formas de avaliação de desenvolvimento a fim de determinar a sua eficácia na espécie *Sotalia guianensis*.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Correlacionar padrões de determinação do desenvolvimento do boto-cinza (*Sotalia guianensis*), utilizando a radiografia da nadadeira peitoral, a estimativa de idade pela contagem das camadas de crescimento, o comprimento total e o fusionamento das vértebras, e verificar se a nadadeira peitoral pode ser utilizada para avaliação de desenvolvimento e para estimativa de idade.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar parâmetros de crescimento para os animais do litoral do Espírito Santo utilizados neste trabalho;
- Determinar um tamanho de comprimento total para os animais do Espírito Santo que possa significar a sua maturidade física;
- Estimar a idade dos animais e comparar com o comprimento total, o desenvolvimento ósseo das epífises das nadadeiras peitorais e das vértebras, para verificar a relação entre eles;
- Analisar as nadadeiras peitorais e as vértebras destes animais para avaliar as epífises ósseas;
- Determinar o número de falanges das nadadeiras peitorais dos animais estudados.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

A espécie *Sotalia guianensis* é considerada insuficientemente conhecida pela The World Conservation Union (IUCN) e pelo Governo Brasileiro. A determinação cronológica através da radiografia de nadadeira peitoral será importante, pois facilitará o processo de determinação da idade, permitindo coletar maior número de

informações a respeito de cada animal estudado de maneira mais rápida e fácil, principalmente em exemplares mortos em adiantado estado de decomposição.

A avaliação etária é essencial para o estudo e a divisão dos animais de acordo com o grupo ao qual pertencem. Isso permite adquirir um conhecimento mais amplo, como hábitos alimentares e reprodutivos e movimentação ao longo da costa.

O conhecimento dessas informações pode ajudar a desenvolver projetos de preservação do boto-cinza (*S. guianensis*) baseados no conhecimento da biologia populacional e no aprofundamento das pesquisas científicas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. EVOLUÇÃO DOS CETÁCEOS

A origem de todos os tetrápodes é associada com o oceano, mas alguns retornaram a água (CLACK, 2002; COOPER *et al.*, 2007a). Os cetáceos, grupo que inclui os botos, golfinhos e baleias, são uma linhagem de tetrápodes que se tornaram aquáticos (THEWISSEN *et al.*, 2001; GEISLER & UHEN, 2003; COOPER *et al.*, 2007b), através de modificações que envolvem adaptações morfológicas, fisiológicas e de meio ambiente (SANCHEZ & BERTA, 2009).

O membro anterior foi modificado de tal maneira que este se transformou em uma nadadeira (THEWISSEN *et al.*, 2001; GEISLER & UHEN, 2003; COOPER *et al.*, 2007b). Verificar a ligação desses animais com os artodáctilos terrestres é fácil, basta observar a reconfiguração das articulações e dos tecidos moles ocorridas nos cetáceos (THEWISSEN *et al.*, 2001; GEISLER & UHEN, 2003; COOPER *et al.*, 2007b).

As modificações nos cetáceos incluem alterações das proporções ósseas, perda da cavidade medular e da característica dos ossos tubulares típicos de ossos longos, modificação do número de falanges, perda da musculatura intrínseca do membro em algumas espécies e perda da articulação sinovial distal no cotovelo (HOWELL, 1930; ROMMEL, 1990; DAWSON, 2003).

As nadadeiras se desenvolvem de forma simples e funcionam direcionando e estabilizando, ou seja, mantendo o equilíbrio destes animais no momento de suas locomoções (FISH & ROHR, 1999; COOPER *et al.*, 2007a).

### 2.2 CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE

O boto *Sotalia guianensis* é um dos cetáceos mais encontrados no litoral brasileiro, sendo mais conhecido como boto-cinza. Esses animais habitam regiões costeiras, próximas a grandes centros demográficos (FLORES, 2002; NERY *et al.*;

2008). Possui distribuição latino-americana contínua, de Honduras até Santa Catarina, no sul do Brasil (SIMÕES-LOPES, 1988; FLORES, 2002; FETTUCCIA, 2006).

Em toda a sua distribuição, o boto é encontrado em baías, desembocaduras de grandes rios, manguezais, estuários e águas costeiras rasas e protegidas (FLORES, 2002; FETTUCCIA, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2009). Sua distribuição parece estar fortemente relacionada à presença de água doce no litoral (LODI, 2003; PARENTE *et al.*, 2006). Esse hábito pode proporcionar a captura acidental que é uma das principais ameaças a população de cetáceos (RAMOS *et al.*, 2001).

A divisão do gênero *Sotalia* em espécies sempre gerou discussão, sendo a forma marinha enquadrada como a subespécie *Sotalia fluviatilis guianensis* (FETTUCCIA & SIMÕES-LOPES, 2004). Recentemente, o gênero passou a ser dividido em uma espécie marinha, *Sotalia guianensis*, e uma fluvial, *Sotalia fluviatilis*, de acordo com os aspectos morfológicos (MONTEIRO-FILHO *et al.*, 2002; FETTUCCIA, 2006; AZEVEDO *et al.*, 2009). Cunha *et al.* (2005) confirmaram essa divisão de espécies a partir de análises do DNA mitocondrial.

O *Sotalia guianensis* é um dos menores cetáceos conhecidos, pertencendo à família Delphinidae (FETTUCCIA, 2006). A espécie vive em média 30 anos com alta taxa de crescimento, a maturidade sexual ocorre em média com seis anos de idade e a maturidade física é alcançada com sete anos e 185 cm de comprimento total. (RAMOS *et al.*, 2000; ROSAS *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2003; AZEVEDO *et al.*, 2009). São animais gregários que formam grupos que podem chegar até 150 indivíduos (FLORES, 2002; AZEVEDO *et al.*, 2009) entre eles filhotes, jovens e adultos (FLORES, 2002; AZEVEDO *et al.*, 2009).

A espécie é considerada como pouco conhecida pela The World Conservation Union (IUCN) e pelo Governo Brasileiro (IBAMA 2001; REEVES *et al.*, 2003).

### 2.3. MORFOLOGIA DAS NADADEIRAS PEITORAIS DE CETÁCEOS

A osteologia da nadadeira peitoral em cetáceos (que consiste em úmero, rádio, ulna, ossos do carpo, metacarpos e falanges) indica a ligação com o ancestral terrestre com cinco dedos (COOPER *et al.*, 2007a).

Os cetáceos apresentam a nadadeira peitoral com a borda posterior fina e sigmóide, enquanto a anterior é convexa e espessa (DA SILVA & BEST, 1996). O úmero é mais curto e robusto do que o rádio e a ulna e possuem a porção distal achatada (ROMMEL, 1990; MENEZES & SIMÕES, 1996). O úmero articula com o rádio e com a ulna (MENEZES & SIMÕES, 1996). Os metacarpos são alongados e seguidos pelas falanges em cada dígito. A fórmula falangeal inclui o metacarpo por apresentarem características similares (FRAGOSO, 2006).

Durante a evolução, alguns cetáceos perderam um dedo, como é o caso dos mysticetos, e outros permaneceram com cinco dedos, como os odontocetos (COOPER *et al.*, 2007a). Porém, todos os cetáceos apresentaram um aumento do número de falanges, condição conhecida como hiperfalangia (REIDENBERG, 2007).

Entre os cetáceos, comumente há um vértice entre as faces externa e navicular, mas no boto-cinza este vértice está ausente, apresentando somente duas faces distais: uma face intermediária de tamanho normal e uma navicular mais longa, alcançando a borda externa do rádio (MENEZES & SIMÕES, 1996).

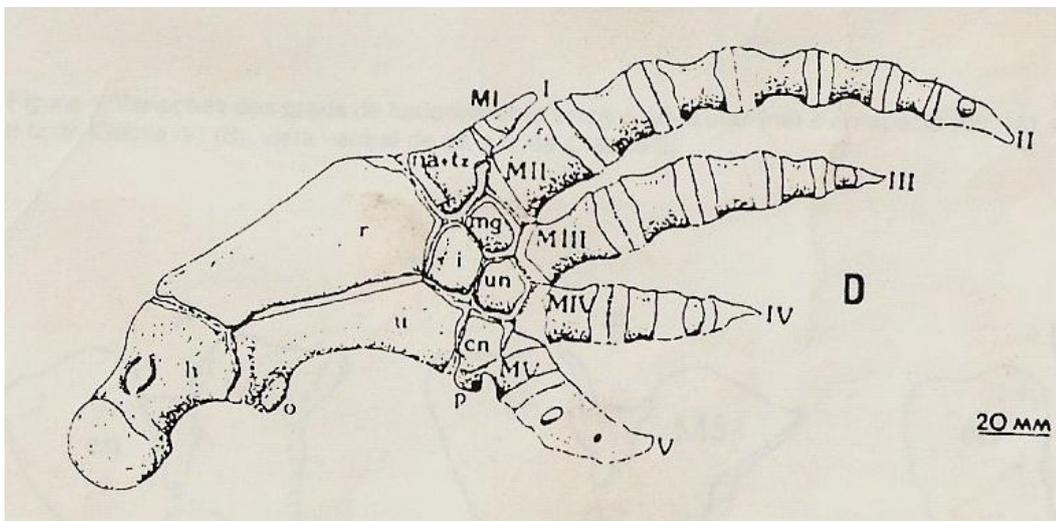
O boto-cinza possui a osteologia da nadadeira peitoral semelhante a dos outros cetáceos e, como todos os odontocetos, apresenta cinco dígitos ou dedos (I, II, III, IV, V) (MENEZES & SIMÕES, 1996; MENEZES, 1998) (Figura 1).

O boto-cinza possui seis ossos carpais, sendo três na fila proximal (navicular, intermédio e cuneiforme), podendo apresentar um quarto, e três na fila distal (trapézio, magno e unciforme). O rádio articula com o intermédio e com o navicular e a ulna com o intermédio e o cuneiforme (MENEZES & SIMÕES, 1996, MENEZES, 1998).

Geralmente, há um centro de ossificação por osso do carpo, com exceção do navicular-trapézio, onde há dois centros. O fusionamento entre navicular-trapézio pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento. Também pode ocorrer a fusão dos ossos navicular-trapézio com o metacarpo I, entre o cuneiforme e o metacarpal

V e ossificações secundárias das cartilagens adjacentes ao cuneiforme. Esta cartilagem tem sua localização no mesmo local que o osso carpal psiforme na maioria dos mamíferos terrestres e em alguns cetáceos. Não há presença de ossos sesamóides e algumas falanges do dedo II podem apresentar forma circular (MENEZES & SIMÕES, 1996).

A forma falangeal do boto-cinza, incluindo o metacarpo, é o dedo I com uma falange, dedo II de seis a oito falanges, dedo III de três a cinco falanges, dedo IV de duas a quatro falanges e dedo V de uma a três falanges. Os dedos apresentam falanges quadrangulares, podendo ser semicirculares (MENEZES & SIMÕES, 1996).



**Figura 1:** Esquema de nadadeira peitoral de *Sotalia guianensis*. h-úmero, r-rádio, u-ulna, na-navicular, i-intermédio, cn-cuneiforme, p-pisiforme, tz-trapézio, MG-magno, um-unciforme, o-olécrano. Metarpais: MI-MV(MENEZES & SIMÕES, 1996)

#### 2.4. AVALIAÇÃO DE MATURAÇÃO

O grau de maturação alcançado por determinado indivíduo pode ser avaliado por diversos indicadores como a idade morfológica (avaliada pelas medidas de diferentes partes do corpo), a idade de maturação óssea (por meio da avaliação do desenvolvimento dos ossos carpais e falangeais e da coluna vertebral), a idade de maturação sexual e a idade dentária (por meio da formação e erupção dos dentes) (MARTINS & SAKIMA, 1977; MOSCATIELLO *et al.*, 2008).

Em cetáceos, o método mais utilizado para estimativa de idade é a análise dos grupos de camadas de crescimento (GLGs) (HOHN, 1990). Para avaliação de maturação física é comumente utilizado a medida de comprimento total do corpo (CT), que consiste em uma medida retilínea, em projeção axial, da extremidade superior da maxila até o entalhe da nadadeira caudal (NORRIS, 1961), além da avaliação do grau de fusionamento das epífises dos corpos vertebrais que considera aqueles animais com todas as vértebras fusionadas como maduros fisicamente (PERRIN, 1975). Segundo Ramos *et al.* (2000) não existe dimorfismo sexual evidente, pois ambos os sexos atingem maturidade física com cerca de 7 anos de idade e 185cm.

Segundo Perrin (1975) e Calzada e Aguilar (1996), as nadadeiras peitorais também podem ser utilizadas para avaliação do desenvolvimento físico dos indivíduos.

#### **2.4.1 Análise Radiográfica**

Os estudos radiográficos são utilizados frequentemente para diagnóstico em ossos e tecidos moles e para investigações da osteologia e desenvolvimento do esqueleto como, por exemplo, por Ogden *et al.* (1981), Guglielmini *et al.* 2002; Dawson (2003) e Felts & Spurrell (2005), entre outros (STOCKIN *et al.*, 2008).

O uso do exame radiográfico para avaliação do grau de fusão das epífises vem sendo usado extensivamente para estimativa de idade em vários cetáceos como *Stenella coerulealba*, *Tursiops truncatus*, *Delphinus delphis*, *Indopacetus pacificus* e *Balaenoptera edeni* (STOCKIN *et al.*, 2008).

Usualmente faz-se a radiografia das nadadeiras peitorais observando as epífises e o grau de ossificação que podem ser comparados com modelo apresentado por Ogden *et al.* (1981).

#### **2.4.2. Avaliação dos estágios epifisários**

Os estágios epifisários são os estágios de ossificação da cartilagem de crescimento localizado entre a epífise e a diáfise, ou seja, o modo que a epífise inicia e aumenta sua ossificação até sua união à diáfise dos ossos longos (FERREIRA, 2004).

Em ossos muito jovens, as epífises não são visualizadas. Assim, aparece um ponto de ossificação que aumenta até atingir a largura da diáfise. Então a epífise começa a emitir um prolongamento lateral, a porção central da cartilagem vai sendo substituída pela fusão óssea até se observar uma união total com a visualização de apenas uma linha de união (união total) (FERREIRA, 2004).

Em cetáceos, a observação da aparência dos centros de ossificação secundária nas nadadeiras é avaliada e classificada para a determinação do grupo etário a que estes animais pertencem (OGDEN et.al., 1981).

#### **2.4.3 Determinação de idade por secção dentária**

Como todos os outros mamíferos, o boto-cinza é tecodonte, ou seja, possui o dente inserido em alvéolos, mas, ao contrário da maioria dos mamíferos, esses animais são homodontes, possuem todos os dentes iguais, e monofiodontes, isto é, com uma única dentição ao longo da vida (RAMOS & DI BENEDITTO, 2005; SYDNEY & MONTEIRO-FILHO, 2007).

Os três tecidos que compõem os dentes dos pequenos cetáceos são: esmalte, dentina e cimento (RAMOS & DI BENEDITTO, 2005; SYDNEY & MONTEIRO-FILHO, 2007). Essas três camadas são depositadas com regularidade na forma de camadas de crescimento, sendo que os dois últimos têm deposição contínua ao longo da vida. O termo Grupo de Camada de Crescimento (Growth Layer Group – GLG) é usado para definir as camadas de crescimento no cimento e na dentina em dentes de cetáceos (CRESPO *et al*, 1990; RAMOS & DI BENEDITTO, 2005). Estas

GLGs são utilizadas para determinação de idade (RAMOS & DI BENEDITTO, 2005; SYDNEY & MONTEIRO-FILHO, 2007).

Uma camada de crescimento anual dentária possui várias linhas de crescimento mais finas chamadas linhas acessórias ou lunares (HONH, 1990; RAMOS & DI BENEDITTO, 2005). Na maioria dos odontocetos, incluindo o boto-cinza, as camadas acessórias não vão do início ao fim do dente, ao contrário das camadas anuais (ROSAS *et al.*, 2003). As camadas anuais são visualizadas pelo contraste com as demais e sua conspicuidade permanece da extremidade apical até o final do dente. Já as acessórias não são observadas ao longo de todo o dente (HONH, 1990; RAMOS & DI BENEDITTO, 2005).

Há várias técnicas que podem ser utilizadas para estimativa da idade através da contagem das GLGs, estas técnicas variam de acordo com a espécie e com a disponibilidade laboratorial, sendo a de desgaste manual do dente com posterior observação no microscópio estereoscópio (lupa) uma das mais simples e com menor custo (RAMOS E DI BENEDITTO, 2005).

A técnica mais utilizada atualmente é a de Hohn *et al.* (1989) que consiste em cortar os dentes em micrótomo de congelamento após a descalcificação deste por RDO<sup>®</sup> (descalcificador ósseo comercial) e leitura das camadas em microscópio óptico. Esta técnica foi a utilizada neste trabalho e está descrita no material e métodos.

Há ainda outras técnicas mais custosas e ainda pouco difundidas como a utilização de microscópio eletrônico de varredura para gerar uma imagem tridimensional da superfície do dente (RAMOS & DI BENEDITTO, 2005).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. EXEMPLARES ANALISADOS

Foram utilizados 37 espécimes (tabela no apêndice B) da espécie *Sotalia guianensis* provenientes de encalhes ou captura acidental em rede de pesca no litoral do estado do Espírito Santo. Todas as carcaças recuperadas foram devidamente identificadas e atualmente encontram-se armazenadas no Instituto ORCA (Organização Consciência Ambiental). Foi avaliado o comprimento total de cada espécime, através de uma linha reta da ponta da parte superior da maxila até o entalhe caudal. Não foram realizadas distinções sexuais devido à ausência de dimorfismo sexual nessa espécie.

De todas as carcaças, foram coletadas as nadadeiras peitorais, para a análise radiográfica, e os dentes, utilizados na estimativa da idade dos animais.

#### 3.2. RADIOGRAFIA DAS NADADEIRAS PEITORAIS

As nadadeiras peitorais de cada indivíduo foram identificadas, embaladas em saco plástico individualmente e colocadas em freezer. As nadadeiras foram radiografadas em pares dos respectivos animais com incidência 25 mAs e KVP 75 e em projeção latero-lateral, utilizando uma régua escanográfica de 30 cm. Os exames radiográficos foram realizados por aparelho comum com a utilização de cassete digital AGFA 35x43 e a revelação foi feita por equipamento de radiografia digital AGFA.

A imagem radiográfica digitalizada foi utilizada para mensurações realizadas pelo programa eFilmLite Software e este mesmo programa alterou as imagens digitalmente para que estas apresentassem maior definição das epífises analisadas.

Foi feita ainda a contagem do número de falanges pela radiografia, incluindo o metacarpo, de cada um dos dedos para verificar se havia alguma alteração em relação ao descrito em literatura. Devido à diferença existente entre as nadadeiras

de um mesmo animal, elas foram analisadas separadamente, totalizando 74. Em alguns animais não foi possível a contagem do número de falanges, pois algumas falanges estavam ausentes devido a alterações nas carcaças.

### 3.3. AVALIAÇÃO DE IDADE ATRAVÉS DAS RADIOGRAFIAS DE NADADEIRA PEITORAL

As radiografias das nadadeiras peitorais foram avaliadas e divididas em estágios, de acordo com o aspecto dos centros secundários de ossificação, visualizados do úmero distal até as falanges. De acordo com Ogden *et al* (1981), a classificação deve ser feita da seguinte maneira (Figura 2):

*Estágio 0:* Não há centro secundário de ossificação.

*Estágio 1:* Há um centro de ossificação na epífise, mas este é menor 50% que a latitude adjacente da metáfise.

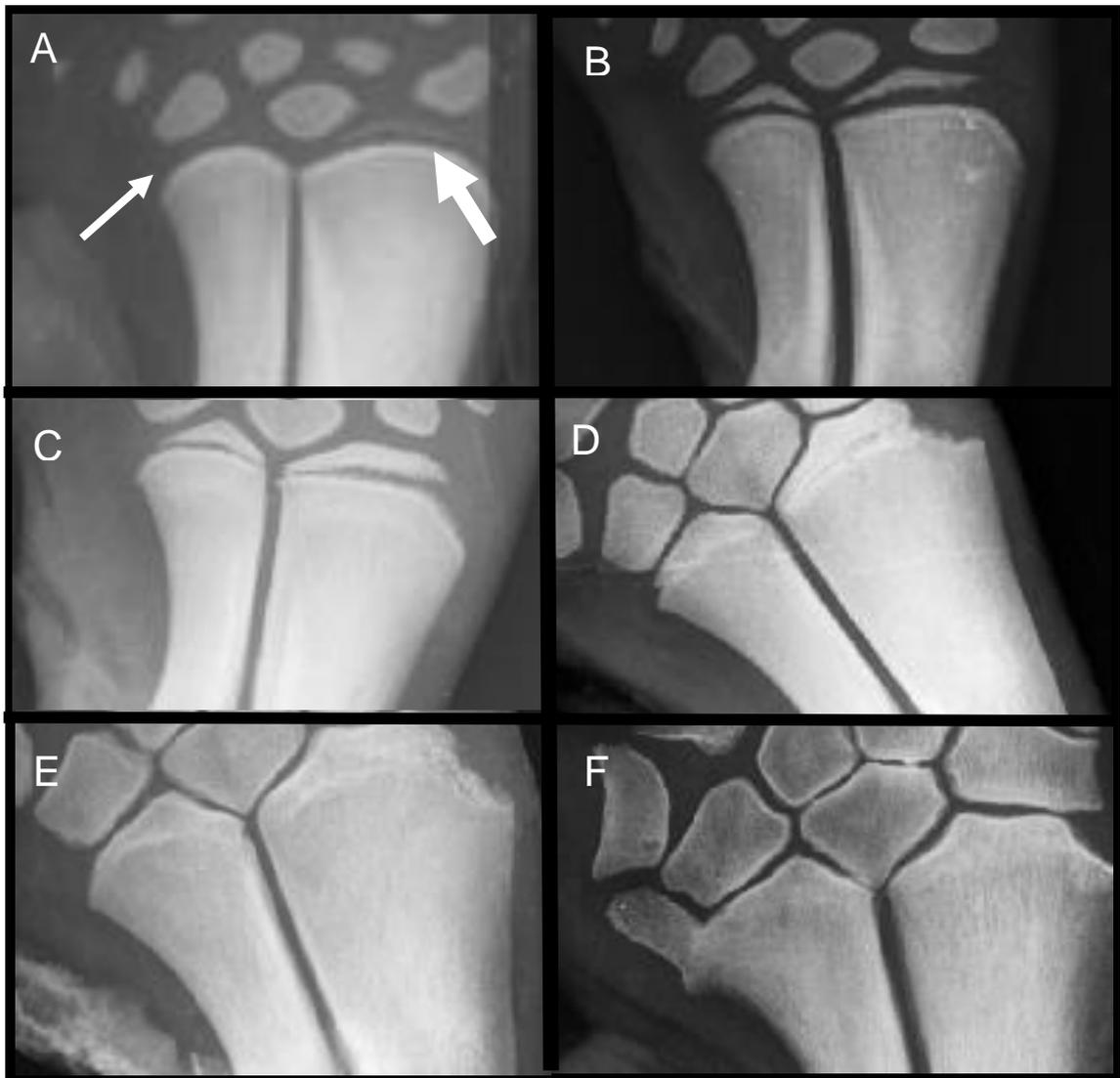
*Estágio 2:* O centro secundário de ossificação está bem consolidado e falta menos de 50% para completar a metáfise. A linha fisária é evidente com a presença de uma linha radiolucida entre o centro de ossificação e a metáfise.

*Estágio 3:* Há uma fina linha fisária radiolucida com formação do osso mais denso entre a metáfise e o centro de ossificação.

*Estágio 4:* Há um evidente fechamento da linha fisária com formação de trabéculas ósseas entre a metáfise e o centro secundário de ossificação. Há grande variação nesse estágio, mas a confirmação de que o estágio foi atingido é quando começa o fechamento da linha.

*Estágio 5:* Completo fechamento da linha fisária com a observação de uma linha mais radiopaca cruzando o osso.

*Estágio 6:* Começa o remodelamento com o desaparecimento da linha radiopaca do estágio anterior.



**Figura 2** : Centros de ossificação secundária observados nas epífise distais do rádio e na ulna, nas nadadeiras peitorais dos espécimes de *Sotalia guianensis* do litoral do Espírito Santo: A) Grau 0 (seta fina) e Grau 1 (seta grossa). B) Grau 2. C) Grau 3. D) Grau 4. E) Grau 5. F) Grau 6. (Arquivo pessoal).

### 3.4. AVALIAÇÃO DA MATURIDADE FÍSICA

Todos os animais passaram por avaliação da maturidade física através da análise do grau de fusionamento das epífises dos corpos vertebrais. Foram

considerados maduros os animais que apresentavam todas as epífises vertebrais fusionadas aos corpos vertebrais correspondentes (PERRIN, 1975).

Os animais foram separados em grupos de acordo com o seu grau de desenvolvimento, sendo elas: classe 01: filhotes ou juvenis que apresentavam as epífises vertebrais não fusionadas; classe 02: subadultos que apresentavam algumas epífises vertebrais fusionadas; classe 03: adultos e senis: que apresentavam todas as epífises vertebrais fusionadas.

Os animais também foram avaliados quanto a maturação física segundo o comprimento total determinado em literatura. Foram analisados os animais maiores que 180,1 cm (SCHMIEGELOW, 1990) e que 185 cm (RAMOS *et al.*, 2000) para verificar qual deles tinha mais características de animais maduros fisicamente.

### 3.5. AVALIAÇÃO DENTÁRIA PARA ESTIMATIVA DE IDADE

Os dentes foram preparados pela técnica de Hohn *et al.* (1989), no Laboratório de Mamíferos e Tartarugas Marinhas, do Departamento de Oceanografia da FURG.

O método depende da forma do dente e do tamanho. Em animais pequenos com o de *Sotalia guianensis*, os dentes foram cortados com serra isomet de baixa velocidade (mod. 11-1180-170) com serra diamantada, para que pudessem ser aproveitadas fatias mais delgadas dos dentes.

Depois, os dentes foram colocados em formol tamponado neutro a 10% durante 12h e, após o enxágüe, colocados no RDO<sup>®</sup> (ácido descalcificante comercial) para a descalcificação, em tempo variável, de acordo com o grau de desenvolvimento de cada animal, até que os dentes se tornassem flexíveis.

Após a descalcificação, os dentes foram enxaguados novamente e cortados em micrótomo de congelamento (Leica SM2010 R) a base de CO<sup>2</sup> em seções de 25 µm utilizando um gel de congelamento (Tissue-Tek OCT Compound). Os cortes obtidos foram corados na hematoxilina de Mayer por aproximadamente 30 minutos. Após esse tempo, os dentes foram lavados em água corrente para eliminação do excesso de corante, mergulhados em amônia diluída para intensificação da coloração e lavados novamente.

Após a lavagem, os cortes permaneceram em uma mistura de água e glicerina de 1:1 por 30 minutos e depois em glicerina 100% até a montagem. Os cortes escolhidos foram montados em lâminas de vidro com glicerina a 100% e seladas com algum selador comercial como o Entellan. As lâminas foram analisadas em lupa e microscópio em aumento de 40x para contagem das camadas de crescimento (GLGs).

Cada grupo de camadas de dentina adicional foi considerado como um ano e aos animais que apresentavam somente a linha neonatal atribuiu-se a idade de 0,5, enquanto aqueles que não possuíam nem mesmo a linha neonatal foram considerados como recém-nascidos e atribuídos a idade de 0 ano.

Foram realizadas três leituras para estimar a idade com espaçamento médio de tempo de três semanas. Quando ocorreu diferença de leitura entre elas, foi realizada uma nova leitura a fim de estimar a melhor idade para cada espécime.

### 3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi utilizada a análise estatística descritiva para as variáveis, idade e comprimento total, no grupo composto por todos os animais, no grupo dos animais menores e maiores que 07 anos, no grupo de espécimes com vértebras sem início de fusão com as epífises, nas vértebras que apresentavam algumas epífises fusionadas e nas vértebras que se apresentavam completamente fusionadas. Foi determinado o mínimo, o máximo, a média e o desvio padrão em cada um desses grupos.

Além disso, foi utilizado o teste de correlação de Pearson ( $r$ ) para verificar se existe correlação no desenvolvimento das variáveis analisadas que são a idade, o grau de fusão das vértebras, o comprimento total e cada uma das epífises da nadadeira peitoral. As variáveis que apresentaram correlação de Pearson significativamente maior passaram pelo teste de Regressão Linear, pelo modelo de raiz quadrada e pelo modelo quadrático.

Todas as análises foram realizadas pelo SAEG 9.1. (Sistema para Análises Estatísticas, Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados de acordo as análises mencionadas no material e métodos.

Foram encontrados espécimes com idade variando entre zero e 20 anos. Os espécimes analisados apresentavam comprimento total entre 92 e 194 cm. Na tabela 1 é possível observar o comprimento total (média, mínimo e máximo) para cada uma das classes de idade dos indivíduos estudados.

O comprimento total está de acordo com aqueles encontrados e descritos em literatura, inclusive os mínimos e os máximos (RAMOS *et al.*, 2000; SANTOS *et al.*, 2003; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004).

**Tabela 1:** Demonstrativo do comprimento total (CT) relacionado com cada idade nos espécimes de *Sotalia guianensis* do litoral do Espírito Santo em que foi possível a mensuração do comprimento total. Campos dos Goytacazes, 2011.

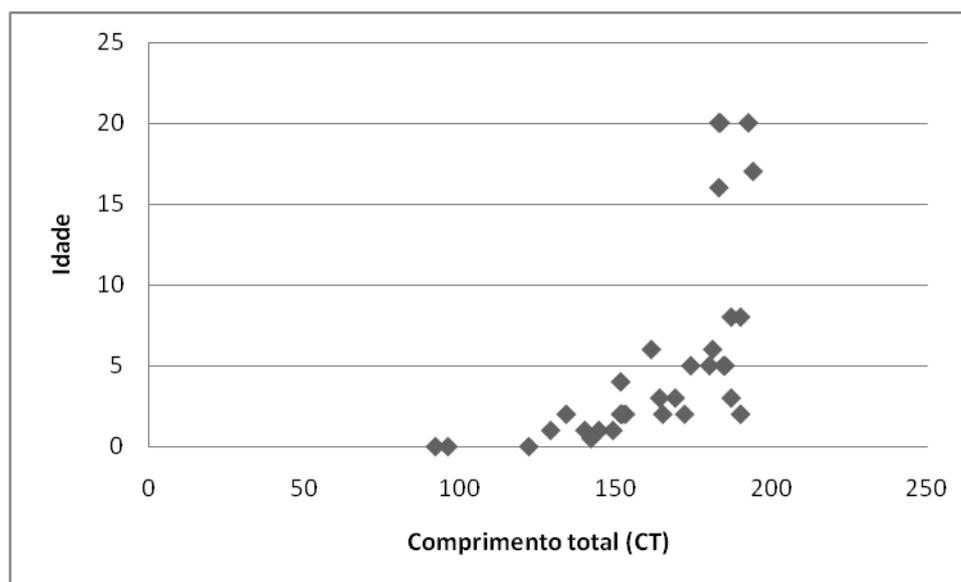
Idade	n	CT
0	4	113,0 (92,0 - 142,0)
1	4	140,62 (129,0 - 149,0)
2	7	159,69 (134,0 - 190,0)
3	3	173,33 (164,0 - 187,0)
4	1	151,5 (151,5)
5	4	180,87 (174,0 - 185,0)
6	2	171,15 (161,3 - 181,0)
≥7	7	187,57 (183,0 - 194,0)
Total	32	

Os valores médios, o desvio padrão, os mínimos e os máximos do comprimento total e da idade foram avaliados em conjunto para os 37 animais e os dados são apresentados na tabela 2.

**Tabela 2:** Demonstrativo do mínimo, média, máximo e desvio padrão (DP) do comprimento total (CT) e da idade dos animais totais (N) em cada um desses parâmetros analisados dos espécimes de *Sotalia guianensis* do litoral do Espírito Santo.

Todos os animais					
Parâmetros	Mín	Média	Máx	DP	N
<b>CT</b>	92	161,95	194	27,02	32
<b>Idade</b>	0	5,01	20	5,87	37

Segundo Santos *et al.* (2003), a variação no comprimento total entre animais de uma mesma idade deve ser homogênea, ao contrário do verificado na figura 3, onde pode-se observar que animais com a mesma idade apresentaram comprimento total com grande variação.



**Figura 3:** Gráfico da relação entre idade e comprimento total dos 37 animais *Sotalia guianensis* analisados do litoral do Espírito Santo. Campos dos Goytacazes, 2011.

Foi associado zero ano de idade aos três espécimes (8,11%) recém-nascidos encontrados. Estes animais apresentavam comprimento total de 92, 96 e 122 centímetros, com uma média de 103,33 cm.

O comprimento total dos neonatos está maior do que aqueles relatados por Schmielgeow (1990), que descreveu que os animais, no litoral de São Paulo, apresentavam comprimento total entre 86,7 e 91,7 cm ao nascimento.

Porém, o achado está de acordo com o relatado por Rosas & Monteiro-Filho (2005) que descreveram um comprimento ao nascimento de 92,2cm na costa do Paraná, Ramos *et al.* (2000) que relataram um comprimento ao nascimento de 106 cm para o litoral norte do Rio de Janeiro e Santos *et al.* (2003) que estimaram o comprimento ao nascer em 97,8cm para os animais do litoral sul de São Paulo e norte do Paraná.

Embora a média de comprimento dos recém-nascidos deste estudo tenha sido 103,3 cm, foi encontrado um animal recém-nascido de 122 cm, o que pode ter ocorrido devido a diferenças individuais.

Também foram observados três espécimes (8,11%) menores que um ano, aos quais foram associados 0,5 ano de idade, mas em somente um desses animais foi possível determinar o comprimento total que foi de 142 cm.

Os 37 espécimes foram divididos em grupos de menores e maiores que sete anos. Os menores de sete anos totalizavam 30 (81,08%), sendo que destes apenas 25 animais apresentavam o comprimento total, e os maiores que sete anos totalizavam sete (18,92%). Os valores médios, o desvio padrão, os mínimos e os máximos do comprimento total e da idade destes animais encontram-se descritos nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

**Tabela 3:** Demonstrativo do mínimo, média, máximo, desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes menores de 7 anos.

<b>Espécimes menores que 7 anos</b>					
<b>Parâmetros</b>	<b>Mín</b>	<b>Média</b>	<b>Máx</b>	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>CT</b>	92	154,77	190	26,315	25
<b>Idade</b>	0	2,55	6	1,881	30

Os indivíduos com sete anos ou mais são considerados maduros fisicamente por Ramos *et al.* (2000) e tiveram um comprimento total médio de 187,57 cm e uma idade média de 15,57 anos.

**Tabela 4:** Demonstrativo do mínimo, média, máximo, desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes maiores de 7 anos.

<b>Espécimes maiores que 7 anos</b>					
<b>Parâmetros</b>	<b>Mín</b>	<b>Média</b>	<b>Máx</b>	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>CT</b>	183	187,57	194	4,6586	7
<b>Idade</b>	8	15,57	20	5,4116	7

Os espécimes foram divididos de acordo com o grau de fusionamento das vértebras e foram avaliados os valores médios, desvio padrão, mínimos e máximos.

Dos 37 animais, 16 (43,24%) não apresentavam nenhuma epífise vertebral fusionada (tabela 5), 16 (43,24%) apresentavam as epífises vertebrais parcialmente fusionadas (tabela 6) e apenas cinco (13,51%) apresentavam todas as epífises vertebrais fusionadas (tabela 7).

**Tabela 5:** Demonstrativo do mínimo, média, máximo, desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes com nenhuma epífise vertebral fusionada.

<b>Espécimes com nenhuma epífise fusionadas</b>					
<b>Parâmetros</b>	<b>Mín</b>	<b>Média</b>	<b>Máx</b>	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>CT</b>	92	143,21	190	29,38	16
<b>Idade</b>	0	2,46	8	2,26	16

**Tabela 6:** Demonstrativo do mínimo, média, máximo, desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes com as epífises vertebrais parcialmente fusionadas.

<b>Espécimes com epífises parcialmente fusionadas</b>					
<b>Parâmetros</b>	<b>Mín</b>	<b>Média</b>	<b>Máx</b>	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>CT</b>	122	168,42	190	18,74	16
<b>Idade</b>	0	4,62	20	4,60	16

**Tabela 7:** Demonstrativo do mínimo, média, máximo, desvio padrão (DP) e número de animais (N) do comprimento total (CT) e a idade dos espécimes com todas as epífises vertebrias fusionadas.

<b>Espécimes com todas as epífises fusionadas</b>					
<b>Parâmetros</b>	Mín	Média	Máx	DP	N
<b>CT</b>	183	187,5	194	5,34	5
<b>Idade</b>	5	15,6	20	2,26	5

Como os animais com mais de 7 anos (RAMOS *et al.*, 2000) e com todas as vértebras fusionadas (PERRIN, 1975) são considerados maduros fisicamente e ambos tiveram média de comprimento total de 187,5 cm, estimou-se este como o comprimento total para os animais maduros fisicamente do litoral do Espírito Santo.

Esta medida difere de Ramos *et al.* (2000) que determinaram o comprimento total dos animais maduros fisicamente da região noroeste do estado do Rio de Janeiro em 185,0 cm e também de Schmielgeow (1990) que estimou o comprimento total dos animais maduros fisicamente do litoral de São Paulo em 180,1 cm.

Quanto à idade, no estudo observou-se um animal com cinco anos com todas as vértebras fusionadas, o que confronta Ramos *et al.* (2000), que relatam maturidade física com sete anos. Como não foram encontrados outros indivíduos com a mesma idade e as mesmas características, esta pode ter sido uma variação individual ou sexual, já que não foram realizadas análises em relação à diferença entre os sexos.

As radiografias foram analisadas para observação do número de falanges dos espécimes. Foi observada hiperfalangia, conforme literatura (MENEZES E SIMÕES-LOPES, 1996; DAWSON, 2003), mas o número de falanges encontradas em cada dedo (somando o metacarpo) foi diferente do descrito por Menezes e Simões (1996) e está especificado na tabela 8.

No dedo I, Menezes e Simões (1996) relataram apenas uma falange, enquanto Fragoso (2006) encontrou nenhuma, uma ou duas falanges. Neste estudo foram encontrados animais com uma ou nenhuma falange. Os animais nos quais não foram encontradas nenhuma falange eram neonatos, então estas podem não ter aparecido na radiografia por não serem radiopacos o suficiente.

No dedo II foi encontrado o mesmo número de falanges da literatura citada acima.

No dedo III foram encontradas três, quatro ou cinco falanges, o mesmo que Menezes e Simões (1996), mas diferente de Fragoso (2006), que relatou três ou quatro falanges.

No dedo IV, Menezes e Simões encontraram espécimes com duas, três ou quatro falanges (1996), enquanto este estudo e Fragoso (2006) encontraram animais com apenas três ou quatro falanges.

O dedo V foi aquele onde foi observada a maior variação no número de falanges, pois se observou espécimes com nenhuma, uma, duas ou três falanges, o que está diferente de Menezes e Simões (1996) que não encontraram nenhum animal com nenhuma falange. O espécime no qual não foi encontrada nenhuma falange era neonato e, por isso, a falange pode não ter sido observada devido à ausência de ossificação.

**Tabela 8:** Número de falanges encontradas em cada dedo e a porcentagem em relação ao número de nadadeiras analisadas (n) dos espécimes do litoral do Espírito Santo.

Dedo	Falanges/dedo	Porcentagem
I (n=70)	0	5,72
	1	94,28
II (n=68)	6	14,71
	7	76,47
	8	8,82
III (n=70)	3	1,43
	4	15,71
	5	82,86
IV (n= 69)	3	86,96
	4	13,04
V (n=69)	0	1,44
	1	5,80
	2	68,12
	3	24,64



Todos os animais apresentavam o úmero em estágio avançado de fusionalidade da epífise distal, sendo que quatro espécimes (10,81%) estavam em estágio 3, treze (35,14%) em estágio 4 e vinte (54,05%) no estágio 6.

Calzada & Aguilar (1997) relataram que em *Stenella coeruleoalba* o úmero distal estava nos estágios 3 e 4 nos fetos e neonatos e nos outros animais em estágio 5 ou 6. O estudo confronta esses dados, pois, embora os animais mais novos estivessem em estágio 4, existiam animais de três e quatro anos no estágio 4.

A epífise proximal do rádio já tinha começado a ossificação em todos os animais e se observou que um (2,70%) estava no estágio 2, nove (24,32%) no estágio 3, também nove (24,32%) no estágio 4, um (2,70%) no estágio 5 e dezessete (45,95%) no estágio 6.

A ossificação da epífise proximal da ulna também já tinha começado em todos os exemplares e um (2,70%) estava no estágio 2 de fusionalidade, nove (24,32%) no estágio 3, seis (16,22%) no estágio 4 e vinte e um (56,76%) no estágio 6.

Calzada & Aguilar (1997) relataram que fetos e neonatos apresentam o estágio 3 no rádio e na ulna proximal, começando a fechar com dois anos e fechando no terceiro ano. Os espécimes estudados tiveram desenvolvimento parecido com o relatado, mas no estudo havia animais neonatos em estágio 2.

No úmero, na epífise proximal da ulna e do rádio, os animais que apresentavam os níveis de classificação menores eram os mais novos, sendo que os que apresentam os níveis iniciais de ossificação, eram os menores que um ano.

Ogden *et al.* (1981) e Stockin *et al.* (2008) relataram que o estágio 4 das epífises distais da ulna e do rádio sugerem maturidade sexual alcançada. Embora não tenham sido feitos testes sobre a sexualidade, pode-se observar que os animais no estágio 4 possuem maior comprimento total, são mais velhos que 3 anos e têm as epífises vertebrais em estágio avançado de fusionalidade, o que pode significar que já são maduros sexualmente ou estão próximos a isso.

Na extremidade distal do rádio os graus de fusionalidade variaram mais, pois os animais apresentavam início de fusionalidade mais recente. De todos os exemplares, dois (5,41%) tinham a epífise em grau 1 de fusionalidade, 12 (32,43%) apresentavam grau 2 de fusionalidade, sete (18,92%) apresentavam grau 3, dez (27,03%) possuíam grau 3, dois (5,41%) apresentavam grau 5 e quatro (10,81%) já tinham finalizado a ossificação (grau 6).

Os animais apresentaram todos os tipos de graus de fuscionamento na epífise distal da ulna. Um (2,70%) ainda não tinha começado a ossificação dessa epífise, por isso foi classificado como grau 0, dois (5,41%) apresentavam grau 1 de ossificação, 11 animais (29,73%) apresentavam grau 2, seis (16,22%) apresentavam grau 3, sete (18,92%) apresentavam grau 4, cinco (13,51%) apresentavam grau 5 e outros cinco (13,51%) apresentavam grau 6.

Os ossos do metacarpo apresentavam ossificação mais recente, dois animais (5,41%) apresentavam grau 0, quatro (10,81%) apresentavam grau 1, 19 (51,35%) apresentavam grau 2, quatro (10,81%) apresentavam grau 3, cinco (13,51%) apresentavam grau 4 e três (8,11%) apresentavam grau 6.

Os dados mostraram que os animais que apresentavam esses ossos em início de fuscionamento também eram os que possuíam as menores estimativas de idade dentária e as epífises vertebrais não fusionadas.

Ramos *et al.* (2000) relatam que não há dimorfismo sexual na espécie *Sotalia guianensis*, já Rosas *et al.* (2003) afirmam que os sexos devem ser analisados separadamente devido à diferença de crescimento entre eles antes dos espécimes atingirem a idade adulta.

Na epífise distal do rádio e da ulna, Calzada & Aguilar (1997) fizeram a diferenciação sexual em *Stenella coeruleoalba* e verificaram que em fêmeas ocorre o fuscionamento total por volta dos cinco ou seis anos e em machos por volta de nove.

Não foi realizada a diferenciação sexual, mas todos os espécimes analisados tiveram o fuscionamento iniciado por volta dos cinco anos, pois nessa idade apresentavam as epífises distais do rádio e da ulna pelo menos no estágio 4.

Todos os dados foram submetidos ao teste de correlação de Pearson. Observou-se que a epífise distal do rádio (RD) apresentou maior correlação com a idade ( $r = 0,8250$ ). A idade apresentou  $r = 0,7550$  com a epífise distal da ulna (UD) e  $r = 0,7794$  com os metacarpos. Os dados foram testados para análise da regressão linear apresentando um  $r^2 = 0,6805$  e um  $r^2$  ajustado de 0,6714. O valor demonstra que a idade e a epífise distal do rádio e da ulna estão relacionadas significativamente, conforme relatado por Calzada & Aguilar (1997) e Fragoso (2006). Porém, neste estudo notou-se que a relação com os metacarpos também existe e esta é maior do que a encontrada para a idade e a epífise distal da ulna.

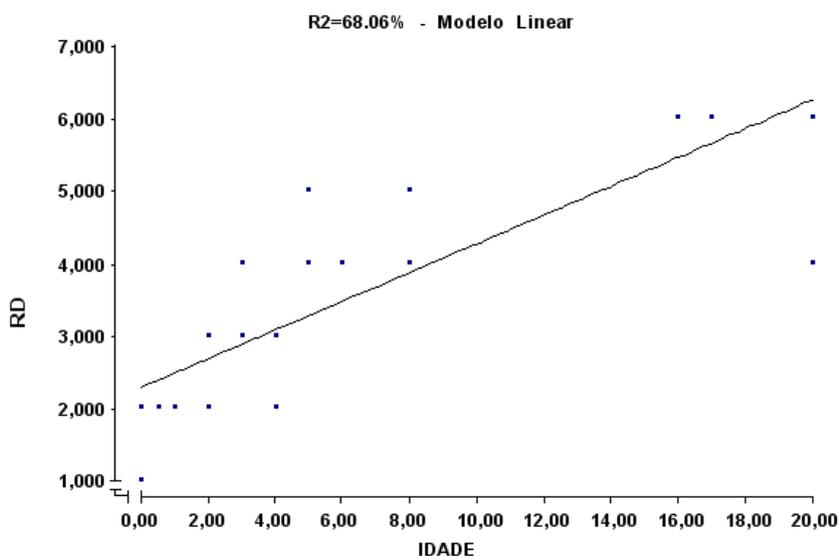
Nessa análise obteve-se a seguinte equação:

$$Y = 2,279 + 0,198x$$

onde Y = epífise distal do rádio e x = idade (Figura 4).

O comprimento total e a idade tiveram correlação de  $r = 0,6150$ , bem menor do que as observadas para a idade e os parâmetros da nadadeira, o que demonstra, que nos animais estudados, as epífises da nadadeira são melhores parâmetros para avaliação de desenvolvimento que o comprimento total.

A correlação entre o comprimento total (CT) e a nadadeira demonstrou resultados significativos na epífise distal do úmero ( $r = 0,7947$ ), epífise proximal do rádio ( $r = 0,7972$ ), epífise proximal da ulna ( $r = 0,7842$ ), epífise distal do rádio ( $r = 0,7822$ ) e epífise distal da ulna ( $r = 0,8077$ ).



**Figura 4:** Gráfico da equação  $Y=2,279 + 0,198x$ , para a epífise distal do rádio (RD) esperada para cada idade no grupo de todos os espécimes de *Sotalia guianensis* analisados. Campos dos Goytacazes, 2011.

Os resultados demonstram que o comprimento total, que é um parâmetro consagrado para analisar o grau de desenvolvimento dos animais (RAMOS *et al.*, 2000; SANTOS *et al.* 2003; DI BENEDITTO & RAMOS, 2004), e o desenvolvimento das epífises da nadadeira peitoral estão correlacionados significativamente.

Cada um dos parâmetros também foi correlacionado com o grau de fusão das vértebras, outro parâmetro para avaliação de desenvolvimento (PERRIN, 1975), mas o único parâmetro considerado significativo foi a epífise distal do rádio que apresentou  $r = 0,7868$ .

Ao correlacionar a idade com as vértebras obteve-se  $r = 0,6719$ . Esta correlação foi maior que a do comprimento total, mas ainda muito menor do que as obtidas entre a idade e as epífises das nadadeiras.

As informações sugerem que as análises radiográficas podem ser utilizadas como forma de se avaliar a maturação física destes animais e também para avaliação etária e que são parâmetro mais preciso do que outros utilizados atualmente.

Após esses resultados, os espécimes foram divididos em grupos para análise das características de desenvolvimento.

Os 30 espécimes menores de sete anos, considerados imaturos fisicamente, foram avaliados e observou-se a  $r = 0,8034$  entre a idade e o úmero,  $r = 0,9012$  entre a idade e a epífise proximal do rádio,  $r = 0,7960$  entre a idade e a epífise proximal da ulna,  $r = 0,8500$  entre a idade e epífise distal do rádio e  $r = 0,8447$  entre a idade e a epífise distal da ulna.

Ao analisar pela regressão linear a idade e a epífise proximal do rádio, foi observado um  $r^2 = 0,8112$  e um  $r^2$  ajustado de  $0,8054$ . Da regressão linear tem-se a equação:

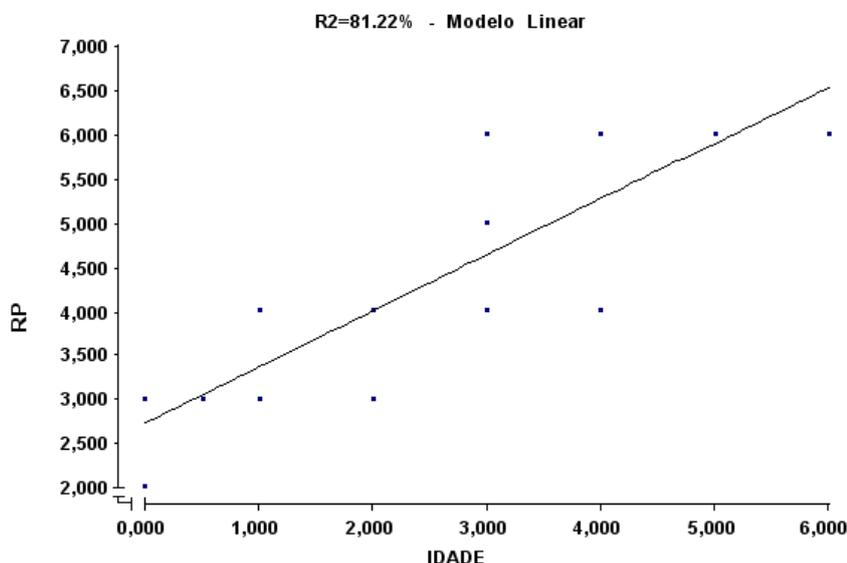
$$Y = 2,719 + 0,633x,$$

onde Y é epífise proximal do rádio e o x é a idade (Figura 5).

Com os resultados, observou-se que nos animais menores de sete anos, considerados imaturos fisicamente, a análise das nadadeiras peitorais pela radiografia pode ser utilizada para estimativa de idade.

Nos animais menores de sete anos, o comprimento total obteve correlação com todos os parâmetros analisados obtendo  $r = 0,7311$  com o úmero,  $r = 0,7249$  com a epífise proximal do rádio,  $r = 0,7260$  com a epífise proximal da ulna,  $r = 0,7562$  com a epífise distal do rádio,  $r = 0,7603$  com a epífise distal da ulna e  $r = 0,7344$  com a idade. Isso demonstra que o comprimento total está significativamente relacionado com as epífises da nadadeira peitoral, assim como com a idade, mas que esta

correlação é menor do que aquelas observadas entre a idade e as epífises das nadadeiras.



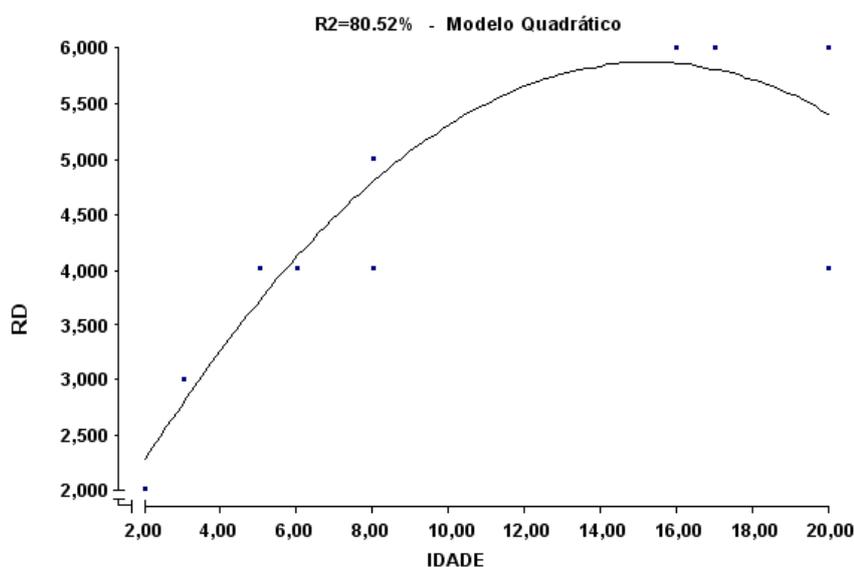
**Figura 5:** Gráfico da equação  $Y=2,719 + 0,633x$ , para a epífise proximal do rádio (RP) esperada para cada idade no grupo formado pelos espécimes de *Sotalia guianensis* menores que 7 anos. Campos dos Goytacazes, 2011.

Nos animais não houve uma correlação significativa entre as vértebras e os parâmetros ósseos avaliados das nadadeiras, pois todos eles apresentavam correlação menor que 65% e a correlação com a idade foi  $r = 0,4875$ .

Os animais maiores que 180,1 cm, considerados maduros fisicamente por Schmiegelow (1990), foram avaliados separadamente e apresentaram boa correlação com os dados avaliados. Nestes animais a idade demonstrou estar significativamente relacionada com a epífise distal do rádio com  $r = 0,7924$ . A análise pela modelo quadrático demonstrou um  $r^2 = 0,8052$  e um  $r^2$  ajustado de 0,7619. Dessa regressão linear obteve-se a equação:

$$Y = 1,11 + 0,623x + 0,0204 x^2,$$

onde Y é a RD e x é a idade (Figura 6).



**Figura 6:** Gráfico da equação  $Y=1,11 + 0,623x + 0,0204 x^2$ , para a epífise distal do rádio esperado para cada idade no grupo dos espécimes de *Sotalia guianensis* maiores que 180,1 cm. Campos dos Goytacazes, 2011.

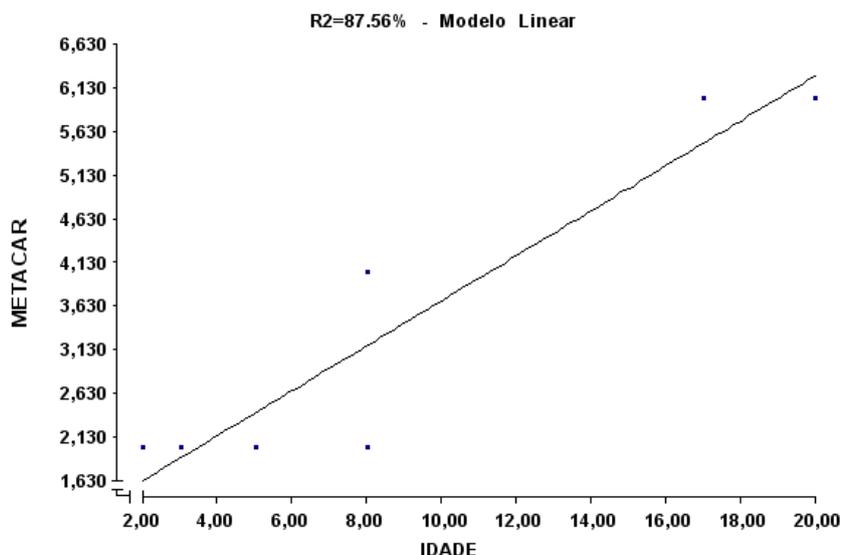
Nos animais maiores que 180,1 cm, o único parâmetro que apresentou boa correlação com as epífises vertebrais foi a epífise distal do rádio apresentando  $r = 0,7800$  e a idade apresentou correlação de  $r = 0,5981$  com as epífises vertebrais.

Com os resultados, foi observado novamente que as epífises das nadadeiras são o parâmetro com maior correlação com a idade.

Os animais maiores que 185 cm, considerados maduros fisicamente por Ramos *et al.* (2000) apresentaram correlação entre a idade e a epífise distal do rádio ( $r = 0,9166$ ), a epífise distal da ulna ( $r = 0,8176$ ) e os ossos do metacarpo ( $r = 0,9358$ ). Nas análises de regressão linear entre a idade e o metacarpo obteve-se um  $r^2$  de 0,8756 e um  $r^2$  ajustado de 0,8508 o que indica que nos animais do estudo o metacarpo pode ser uma boa maneira de indicar o nível de maturação. A equação obtida foi:

$$Y = 1,116 + 0,257x,$$

onde Y é o metacarpo e o x é a idade (Figura 7).



**Figura 7:** Gráfico da equação  $Y = 1,116 + 0,257x$ , para o metacarpo esperado para cada idade dos espécimes de *Sotalia guianensis* maiores que 185 cm. Campos dos Goytacazes, 2011.

Nas análises de regressão linear entre a idade e a epífise distal do rádio foi obtido um  $r^2$  de 0,8401 e um  $r^2$  ajustado de 0,8081 obtendo a equação:

$$Y = 2,504 + 0,198x,$$

onde Y é RD e x é a idade.

Ao analisar a epífise distal do rádio e a idade pelo modelo de raiz quadrada obteve-se um R2 de 0,9494 e um R2 ajustado de 0,9242 e a equação:

$$Y = -1,475 + 2,998x^{0,5} - 0,2943x,$$

onde x é a idade e Y o RD esperado para cada idade (Figura 8).

Ao inverter e analisar a idade esperada para cada RD obteve-se um R2 de 0,9276 e um R2 ajustado de 0,8914. A equação formada será:

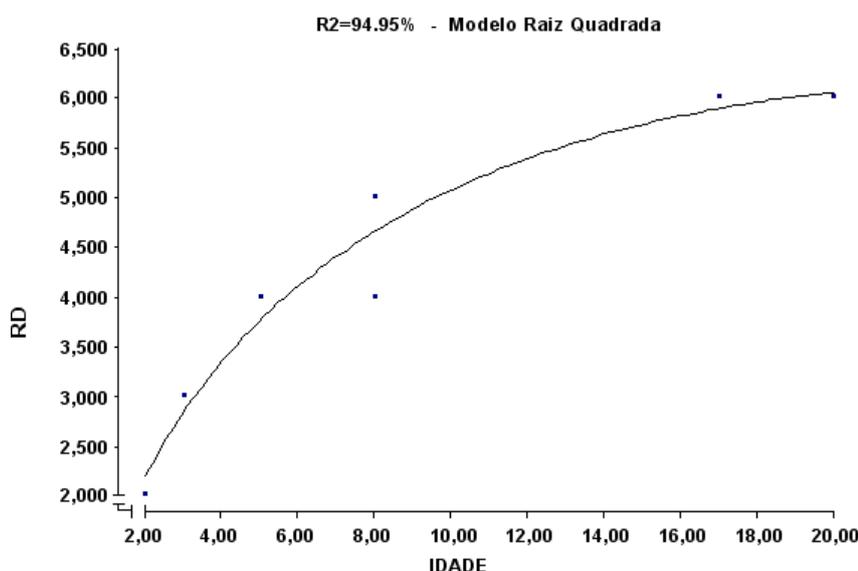
$$Y = 52,6 - 64,55x^{0,5} + 20,56x$$

onde o x é o RD e o Y a idade esperada para cada RD.

Ao observar os resultados, constatou-se que nos animais maiores que 185 cm obteve-se uma taxa de correlação significativa.

Em outra análise, nos animais maiores de 185 cm, o único parâmetro da nadadeira que apresentou correlação com as vértebras foi a epífise distal do rádio com  $r = 0,7075$  e a idade apresentou correlação de  $r = 0,6150$ .

Nos animais maiores que 185 cm, a análise das epífises vertebrais também demonstraram a maior correlação com a idade do que os parâmetros consagrados.



**Figura 8:** Gráfico da equação  $Y = -1,475 + 2,998x^{-0,5} - 0,2943x$ , para a epífise distal do rádio esperada para cada idade dos espécimes de *Sotalia guianensis* maiores que 185 cm. Campos dos Goytacazes, 2011.

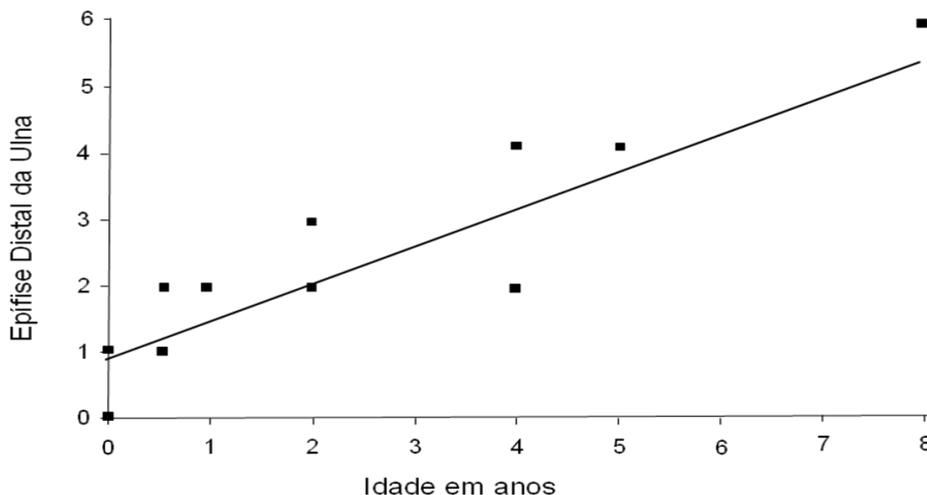
Os animais foram ainda divididos em grupos de acordo com o grau de fusão das epífises vertebrais em não fusionados, parcialmente fusionados e fusionados, conforme Perrin (1975).

O grupo de animais não fusionados era composto por 16 animais. Ao comparar a idade com os parâmetros das nadadeiras, obteve-se  $r = 0,8525$  da idade com o úmero,  $r = 0,8738$  da idade com a epífise proximal do rádio e da ulna,  $r = 0,8477$  da idade com a epífise distal do rádio,  $r = 0,9000$  da idade com a ulna distal e  $r = 0,7605$  da idade com o metacarpo.

A análise da regressão linear utilizou o parâmetro que estava mais significativamente correlacionado com a idade dos animais, no caso a epífise distal da ulna (UD) e obteve um  $r^2$  de 0,8099 e um  $r^2$  ajustado de 0,7964. A equação formada foi:

$$Y = 1,096 + 0,581x,$$

onde x é a idade e Y a UD esperada (Figura 9).



**Figura 9:** Gráfico da equação  $Y = 1,096 + 0,581x$ , para a epífise distal da ulna esperada para cada idade dos espécimes de *Sotalia guianensis* com as epífises vertebrais não fusionadas. Campos dos Goytacazes, 2011.

A idade com o comprimento total obteve correlação de  $r = 0,6823$ , ou seja, menor do que a da idade com os parâmetros da nadadeira o que significa que as epífises das nadadeiras são melhores para estimativa de idade do que o comprimento total.

Ao comparar cada uma das epífises com o comprimento total foi observada correlação entre o comprimento total e o úmero ( $r = 0,7792$ ), a epífise distal do rádio ( $r = 0,7581$ ), a epífise distal da ulna ( $r = 0,7343$ ) e os ossos do metacarpo ( $r = 0,7175$ ).

Dos 37 animais, 16 apresentavam as vértebras parcialmente fusionadas e estes não apresentaram boa correlação da idade com nenhum dos parâmetros das nadadeiras analisadas, pois nenhum deles apresentou correlação de mais de 50%.

Quanto ao comprimento total, a idade também demonstrou baixa correlação com  $r = 0,5143$ , um pouco maior do que as obtidas com as epífises das nadadeiras, mas ainda não significativa.

Os parâmetros das nadadeiras possuíam correlação de mais de 50% com o comprimento total, sendo que a epífise proximal do rádio ( $r = 0,7914$ ), a epífise

proximal da ulna ( $r= 0,7565$ ) e a epífise distal do rádio ( $r= 0,7201$ ) foram as que apresentaram melhor correlação.

Cinco animais apresentavam as vértebras completamente fusionadas, portanto, eram considerados maduros fisicamente. Nesses animais a correlação com as epífises ósseas das nadadeiras com as idades foram as mais significativas. Ocorreu uma correlação de  $r= 0,9575$  entre a idade e a epífise distal do rádio e da ulna e a idade com o metacarpo apresentou  $r= 0,7588$  de correlação.

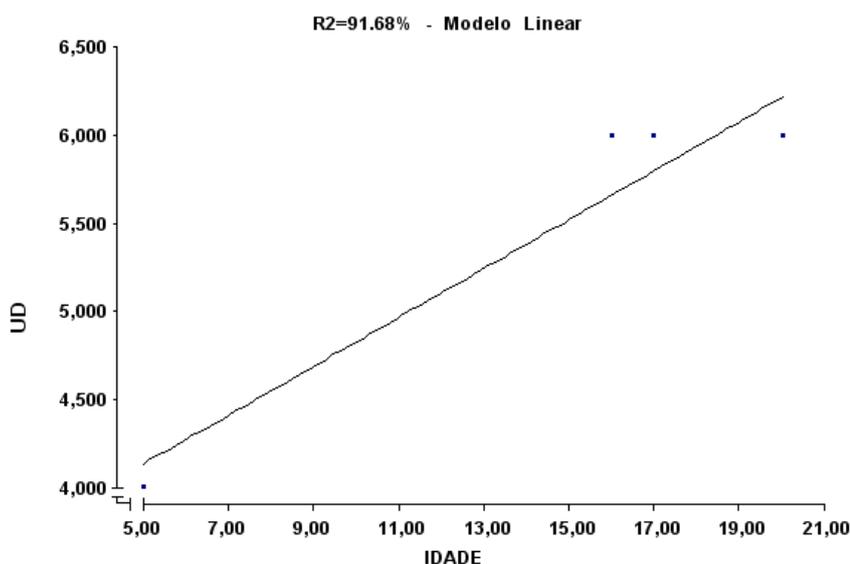
Ao analisar a correlação para obter a equação de regressão linear da idade com a epífise distal da ulna obteve-se um  $r^2$  de 0,9168 e um  $r^2$  ajustado de 0,8890. A equação formada foi:

$$Y= 3,441 + 0,138x,$$

onde x é a idade e Y é UD (Figura 10).

Outra análise foi feita testando a idade com a epífise distal do rádio obtendo os mesmos valores de  $r^2$ ,  $r^2$  ajustado e a mesma equação da ulna distal, já que estes apresentaram a mesma correlação.

O comprimento total apresentou baixa correlação com a idade e com todas as epífises das nadadeiras nos animais com todas as vértebras fusionadas, o que significa que nestes animais deve-se utilizar o raio-X da nadadeira para análise de desenvolvimento.

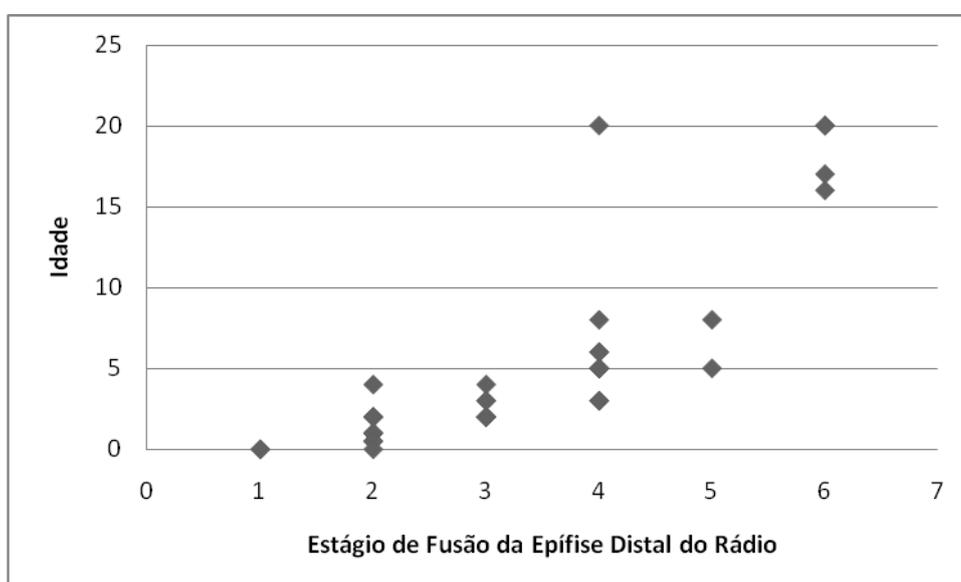


**Figura 10:** Gráfico da equação  $Y= 3,441 + 0,138x$ , para a epífise distal da ulna e do rádio esperadas para cada idade dos espécimes de *Sotalia guianensis* com todas as epífises vertebrais fusionadas. Campos dos Goytacazes, 2011.

Com os dados observou-se que a epífise distal do rádio e da ulna são as mais correlacionadas com a estimativa de idade pela análise dentária e com o comprimento total e que os metacarpos demonstraram correlação significativa com a idade. Na figura 11 são demonstrados o estágio de fusão da epífise distal do rádio e a idade de cada espécime.

Butti *et al.* (2007) relataram que a radiografia é uma maneira de indicar o desenvolvimento ósseo e não a idade em anos. Embora a estimativa de idade pelo método não seja precisa, foi possível verificar pela alta correlação entre a idade e os graus de ossificação das epífises das nadadeiras, que é possível determinar em que classe de desenvolvimento o animal se encontra.

O método de análise da nadadeira não é amplamente utilizado pelos especialistas em cetáceos, mas os dados deste trabalho comprovam que ele é um método eficaz para determinar a maturidade óssea e que possui maior relação com a idade do que outros métodos consagrados como o comprimento total e o fusão das epífises vertebrais.



**Figura 11:** Gráfico da relação a idade e o estágio de fusão da epífise distal do rádio nos espécimes *Sotalia guianensis* analisados provenientes do litoral do Espírito Santo. Campos dos Goytacazes, 2011.

A radiografia é um procedimento menos invasivo, mais fácil, mais rápido e mais barato que os outros métodos disponíveis, como a estimativa de idade pelo dente, e,

possuindo o equipamento necessário, pode ser realizada com o animal vivo. Este procedimento pode ser utilizado como parâmetro para realizar diversos estudos sobre o boto-cinza, sem que para isso seja necessário anestésiar o animal e causar o estresse da retirada de um dente, que pode culminar com a abertura de uma porta para penetração de agentes patogênicos.

A análise dentária é uma estimativa para determinação da idade, assim como a radiografia, mas somente a segunda pode ser utilizada a campo para indicar a idade.

## 5.CONCLUSÃO

- O boto-cinza do litoral do Espírito Santo atinge a maturidade física com comprimento total corpóreo em torno de 187, 5 cm e os neonatos são maiores do que os de outras regiões;
- O número de falanges é similar aos animais de outras regiões, embora animais neonatos tenham apresentado alguma diferença;
- A análise radiográfica das nadadeiras peitorais pode ser utilizada para avaliação de desenvolvimento físico do boto-cinza;
- A estimativa de idade pode ser realizada pela análise da nadadeira, pois houve correlação significativa entre a idade e a ossificação da epífise distal do rádio e da ulna e do metacarpo;
- A utilização desta técnica é importante para avaliação de populações e novos parâmetros desta espécie, além de ser uma técnica de mais fácil aplicação e menos invasiva;
- A estimativa de idade pela análise da nadadeira foi a que apresentou correlação maior com a idade se comparada com o comprimento total e a análise da fusão das epífises vertebrais;
- O comprimento total demonstrou correlação significativa com a epífise distal do rádio e da ulna e o grau de fusionamento das vértebras teve correlação significativa apenas com a epífise distal do rádio;
- Mais estudos devem ser realizados comparando as nadadeiras peitorais com outros parâmetros de desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO, A. F.; BISI, T. L.; VAN SLUYS, M.; DORNELES, P. R.; BRITO JR., J. L. Comportamento do Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae): Amostragem, Termos e Definições. **Oecol. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 13, n.1, p. 192-200, 2009.
2. BUTTI, C.; CORAIN, L.; COZZI, B.; PODESTÀ, M.; PIRONE, A.; AFFRONTI, M.; ZOTTI, A. Age estimation in the Mediterranean bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu 1821) by bone density of the thoracic limb. **J. Anat.**, v. 211, n. 5, p. 639 – 646, 2007.
3. CALZADA, N.; AGUILAR, A.; LOCKYER, C.; GRAU, E. Patterns of growth and physical maturity in the western Mediterranean striped dolphin, *Stenella coeruleoalba* (Cetacea: Odontoceti). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 75, n. 4, p. 632–637, 1997.
4. CLACK, J. A. **Gaining ground: the origin and evolution of tetrapods**. Indiana: University Press, 2002. 369 p.
5. COOPER, L. N.; BERTA, A.; DAWSON, S. S., REIDENBERG, J. S. Evolution of Hiperphalangy and Digit Reduction in the Cetacean Manus. **The Anatomical Record**, Hoboken, v. 290, n.6, p 654-672, 2007a
6. COOPER, L. N.; DAWSON, S. S; REIDENBERG, J. S.; BERTA, A. Neuromuscular Anatomy and Evolution of the Cetacean Forelimb. **The Anatomical Record**, Hoboken, v. 290,n.9, p. 1121-1137, 2007b
7. CRESPO, E. A.; SCHIARINI, A.; PEREZ-MACRI, G.; REYES, L.; DANS, S.; Estudios sobre determinacion de edad en mamíferos marinos del Atlantico

- Sudoccidental. In: IV REUNION DE TRABAJOS DE ESPECIALISTAS EM MAMIFEROS ACUATICOS DE AMERICA DEL SUR, 1990, Valdivia. Anais... Valdivia, 1990. p.31-55.
8. CUNHA, H.; SILVA, V. M. F. BRITO, J. L.; SANTOS, M. C. O.; AZEVEDO, A. F. ; FLORES, P. A.; MARTINS, A.; FRAGOSO, A. B. L.; SOLE-CAVA, A. M. Riverine and marine ecotypes of *Sotalia* Dolphins are different species. **Marine Biology**, v. 148, n. 2, p. 449 -457, 2005.
  9. DAWSON, S. D. Patterns of ossification in the manus of the harbor porpoise (*Phocoena phocoena*): Hiperphalangy and Delta-Shaped Bones. **Journal of Morphology**, Hoboken, v. 258, n.2, p. 200-206, 2003.
  10. DI BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS R. M. A. Biology of the marine tucuxi dolphin (*Sotalia fluviatilis*) in south-eastern Brazil. **J. Mar. Biol. Ass. UK.**, Plymouth, v. 84, p. 1245-1250, 2004.
  11. DI GIANCAMILLO, M.; RATTEGNI, G.; PODEST M.; CAGNOLARO, L.; COZZI, B.; LEONARDI, L.. Postnatal ossification of the thoracic limb in striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) (Meyen, 1833) from the Mediterranean Sea. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 76, n. 7, p. 1286-1293, 1998.
  12. FERREIRA. F. V. **Ortodontia: Diagnóstico e planejamento Clínico**. Editora Artes Médicas, 2004
  13. FELTS, W. J. L.; SPURRELL, F. A. Structural orientation and density in cetacean humeri. **American Journal of Anatomy**, Hoboken, v. 116, n. 1, p. 171–203, 2005.

14. FETTUCCIA, D. C. **Comparação Osteológica nas espécies do gênero *Sotalia* Gray, 1866 no Brasil (Cetacea, Delphinidae)**. Dissertação em Biologia Tropical e Recursos Naturais Manaus: INPA/UFAM, 2006.
15. FETTUCCIA, D.C.; SIMÕES LOPES, P. C. Morfologia da coluna vertebral do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 125-148, 2004
16. FISH, F. E., ROHR, J. J. **Review of dolphin hydrodynamics and swimming performance**. Technical Report 1801 United States Navy. San Diego: Spawar Systems, 1999.
17. FISHMAN, L. S. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 52, n. 2, p. 88-112, 1982.
18. FLORES, P. A. C. Tucuxi *Sotalia fluviatilis* In: PERRIN, W.F.; WÜRSIG, B.; THEWISSEN, G. M. (Ed.). **Encyclopedia of marine mammals**. San Diego: Academic Press, 2002. p. 1267–1269.
19. FRAGOSO, A. B. L. **Alterações Morfológicas e Patológicas em Esqueletos e Nadadeiras Peitorais de Boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1864) do litoral brasileiro**. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Biológicas: UFRJ, 2006.
20. GALATIUS, A.; ANDERSEN, M. E. R.; HAUGAN, B.; LANGHOFF, H. E.; JESPERSEN, Å. Timing of epiphyseal development in the flipper skeleton of the harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) as an indicator of paedomorphosis. **Acta Zoologica**, Stockholm, v. 87, n. 1, p. 77–82, 2006.

21. GEISLER, J. H.; UHEN, M. D. Morphological support for a close relationship between hippos and whales. **J Vert Paleo**, Deerfield, v. 23, n. 4, p.991–996. 2003
22. GEORGEVICH JR., R. **Correlações entre a maturação dos ossos da região metacarpofalângica do polegar, estágios de desenvolvimento dos dentes caninos e segundos molares permanentes e alterações morfológicas das vértebras cervicais**. Faculdade de Odontologia, São Paulo: Universidade Paulista, 2000.
23. GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic Atlas of Skeletal Development of the hand and wrist**. Stanford University Press, Stanford, 1959.
24. GUGLIELMINI, C.; ZOTTI, A.; BERNARDINI, D.; PIETRA, M.; PODESTA, M.; COZZI, B. Bone density of the arm and forearm as an age indicator in specimens of stranded striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). **The Anatomical Record**, Hoboken, n. 267, n. 3, p. 225–230, 2002.
25. HOHN, A. A. Reading between the lines: analysis of age determination in dolphins. In: Leatherwood, S., Reeves, R.R. (eds) **The Bottlenose Dolphin**, p. 575-585. Academic press, San Diego. 1990. 635 p.
26. HOWELL, A. B. **Aquatic mammals**. Springfield: Charles C. Thomas. 1930. 338 p.
27. HUI, C.A. Correlates of maturity-in the common dolphin, *Delphinus delphis*. **Fish. Bull.**, Newport, v. 77, n. 1, p. 295-300, 1979.
28. IBAMA. **Mamíferos aquáticos do Brasil: plano de ação**. Versão II. Brasília: Edições IBAMA, 2001.

29. KOWALSKI, K. **Mamíferos-Manual de Teriologia**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1981. 507 p.
30. LODI, L. A conservação do boto cinza na Baía de Parati. **Ciência Hoje**, v. 199, n. 34, p.66-69, 2003.
31. MARCONDES, E. Idade óssea em pediatria. **Pediat.**, São Paulo, v. 2, p. 297-311, 1980.
32. MARQUES, M. R. M. F. **Estudo comparativo da idade óssea em radiografias carpais e maturação das vértebras cervicais em telerradiografias em norma lateral**. Marília, 2007.
33. MARTINS, R. J. C.; SAKIMA, T. Considerações sobre a previsão do surto de crescimento puberal. **Ortodontia**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 164-170, 1977.
34. MENEZES, M. E. **Ontogenia da escápula e ossos do membro anterior da forma marinha de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) do sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências. Porto Alegre: Pontifca Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 1998
35. MENEZES. M. E.; SIMÕES-LOPES, P. C. Osteologia e Morfologia da aleta peitoral da forma marinha de *Sotalia fluviatilis* (Cetacea-Delphinidae) no litoral do sul do Brasil. **Estudos de Biologia**, Curitiba: v.4, n.40, p.23-31. 1996.
36. MONTEIRO-FILHO, E. L .A.; MONTEIRO, L. R.; REIS, S.F. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v.83, n.1, p.125-134, 2002.
37. MOSCATIELLO, V. A. M.; LEDERMAN, H.; MOSCATIELLO, R. A.; FALTIN JÚNIOR, K.; MOSCATIELLO, R. M. Maturação das vértebras cervicais e sua

correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. **R Dental Press. Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v.13, n. 4, p. 92-100, 2008.

38. NERY M. F.; ESPÉCIE M. A.; SIMÃO S. M. Marine tucuxi dolphin (*Sotalia guianensis*) injuries as a possible indicator of fisheries interaction in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 313-316, 2008.
39. NORRIS, K. S. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetacean. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 42, n. 4, p. 471-476, 1961.
40. OGDEN, J. A.; CONLOGUE, G. J.; RHODIN, A. G. Roentgenographic indicators of skeletal maturity in marine mammals (Cetacea). **Skeletal Radiology**, Cleveland, v. 7, n. 2, p. 119–123, 1981.
41. PARENTE, C. L.; LIMA, R. P.; VERGARA-PARENTE, J. E. Ocorrência e comportamento de um boto-cinza, *Sotalia guianensis*, solitário no nordeste do Brasil: Quando considerar um encalhe? **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza: v. 39, p. 74-80, 2006.
42. PERRIN, W. F. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern tropical Pacific and Hawaii. **Bull. Srippl Inst Oceanogr.**, La Jolla, v. 21, p. 1-206.1975.
43. PIERCE, K. V. & KAJIMURA, H., Acid etching and highlighting for defining growth layers in cetacean teeth. **Rep. Int. Whal. Commn.** (special issue 3), p. 99-104, 1980.

44. RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITO, A. P. M; LIMA, N. R. W. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Aquatic Mammals**, Macomb, v. 26, n. 1, p. 65-75, 2000.
45. RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITO, A. P. M; SOUZA, S. M. Bone lesions in *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) as a consequence of entanglement. Case report. **Braz. J. vet. Res. anim. Sci.**, São Paulo, v.38, n.4, p. 192-195, 2001.
46. RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M. **Guia pra Estudo de Cetáceos: método para Determinação de Idade em cetáceos odontocetos**. Campos dos Goytacazes: Ed. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. v. 3, 2005.
47. REEVES, R. R.; SMITH, B. D.; CRESPO, E. A.; DI SCIARA, G. N. **Dolphins, Whales and Porpoises: 2002-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans**. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group, Gland and Cambridge, 2003.
48. REIDENBERG, J. S. Anatomical adaptations of aquatic mammals. **The Anatomical Record.**, Hobokenv, v. 290, n. 6, p. 507-513, 2007.
49. ROMMEL S. Osteology of the bottlenose dolphin. In: Leatherwood, S., Reeves, R. R. **The bottlenose dolphin**. San Diego: Academic Press. 1990. p. 29-49.
50. ROSAS, F C. W., MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproduction of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) of the coast of Paraná, southern Brazil. **Journal of Mammology**, Lawrence, v. 83, n. 2, p. 507-515, 2002.
51. ROSAS, F. C. W.; BARRETO, A. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A.. Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Paraná coast, southern Brazil. **Fishery Bulletin**, Seattle, v.101, p. 377-383, 2003.

52. SANCHEZ, J. A.; BERTA, A. Comparative anatomy and evolution of the odontocete forelimb. **Marine Mammal Science**, Malden, v. 26, n. 1, p.140-160, 2009.
53. SANTOS, M. C. O.; ROSSO, S.; RAMOS, R.M.A. Age estimation of marine tucuxi dolphins (*Sotalia fluviatilis*) in southeastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, Cambridge, n. 83, p. 233-236, 2003.
54. SANTOS, S. C. B. N.; ALMEIDA, R. R. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da idade esquelética utilizando tele radiografias em norma lateral e radiografias carpais. **Ortodontia**, São Paulo, v. 32, n. 2, 1999.
55. SCHIMIEGELOW, J. M. M.. **Estudos sobre cetáceos odontocetos encontrados em praias da região entre Iguape (SP) e Baía de Paranaguá (PR) (24° 42' S-25° 28' S) com especial referência a *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (*Delphinidae*)**. Dissertação de Mestrado - Instituto Oceanográfico: Universidade de São Paulo, 1990.
56. SIMÕES-LOPES, P.C. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v.1, n. 1, p. 57-62. 1988.
57. STOCKIN, K. A.; WISEMAN, N.; HARTMAN, A.; MOFFAT, N.; ROE, W. D. Use of radiography to determine age class and assist with the post-mortem diagnostics of a Bryde's whale (*Balaenoptera brydei*). **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, Thorndon, v. 42, n. 3, p. 307–313, 2008.
58. SYDNEY, N. V.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Eficiência do método de desgaste com descalcificação posterior (Pierce & Kajimura, 1980) para determinação de

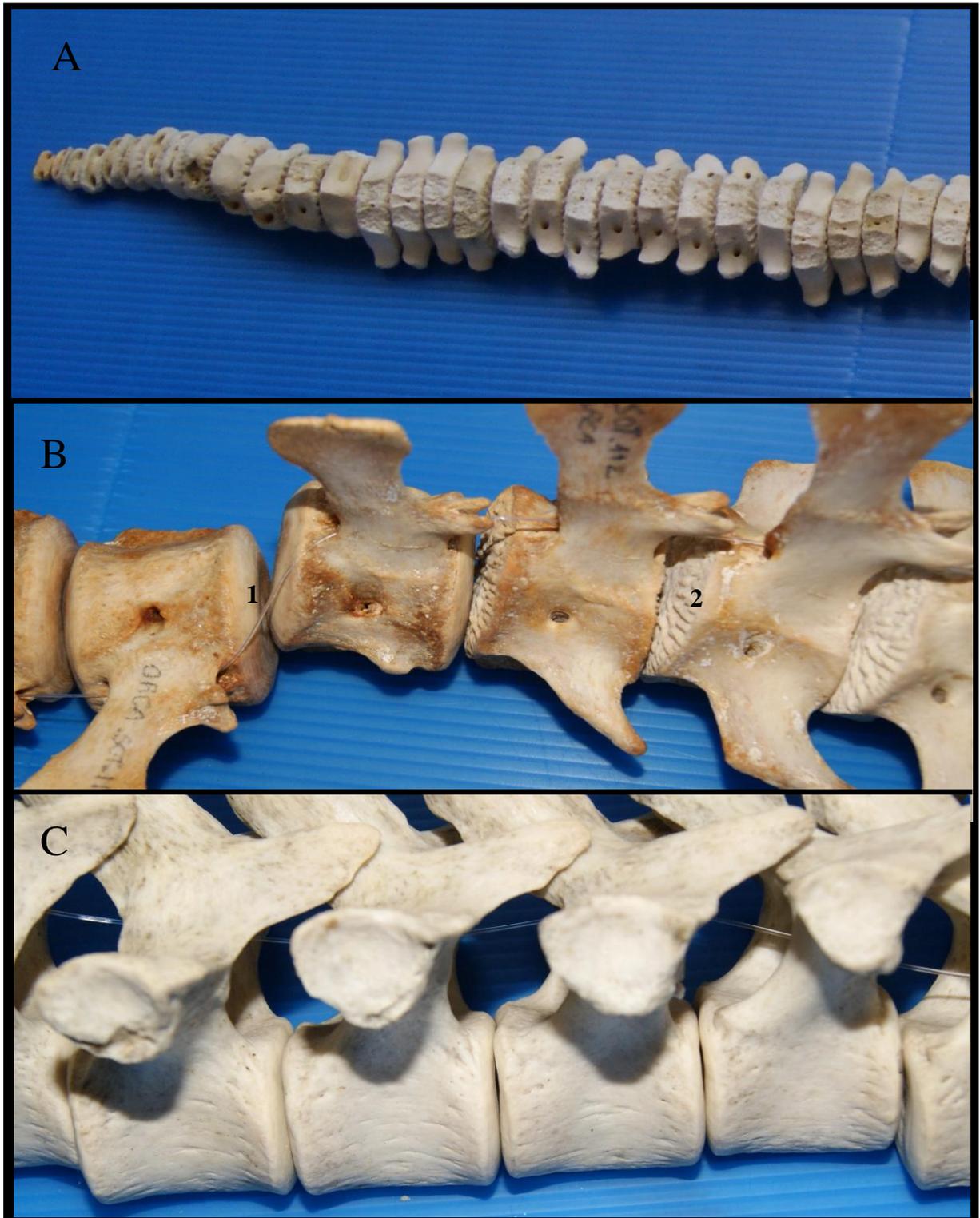
idade de uma população de *Sotalia guianensis*, (Van Bénéden, 1864) (Delphinidae) do litoral do Estado do Paraná. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu. Anais... Caxambu: SEB, 2007.

59. TAVANO, O. **Estudo das principais tabelas de avaliação da idade biológica através do desenvolvimento ósseo visando sua aplicação em brasileiros leucodermas da região de Bauru.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, 1976.
60. TAVANO, O.; FREITAS, J. A. S.; LOPES, E. S. Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse: comparação entre duas tabelas de avaliação de idade biológica através do desenvolvimento ósseo. **Pediatria Clínica**, v. 6, p. 7-21, 1982.
61. THEWISSEN, J. G. M.; WILLIAMS, E. M.; ROE, L. J.; HUSSAIN, S. T. Skeletons of terrestrial cetaceans and the relationship of whales to artiodactyls. **Nature**, London, v. 413, n. 6853, p. 277–281. 2001

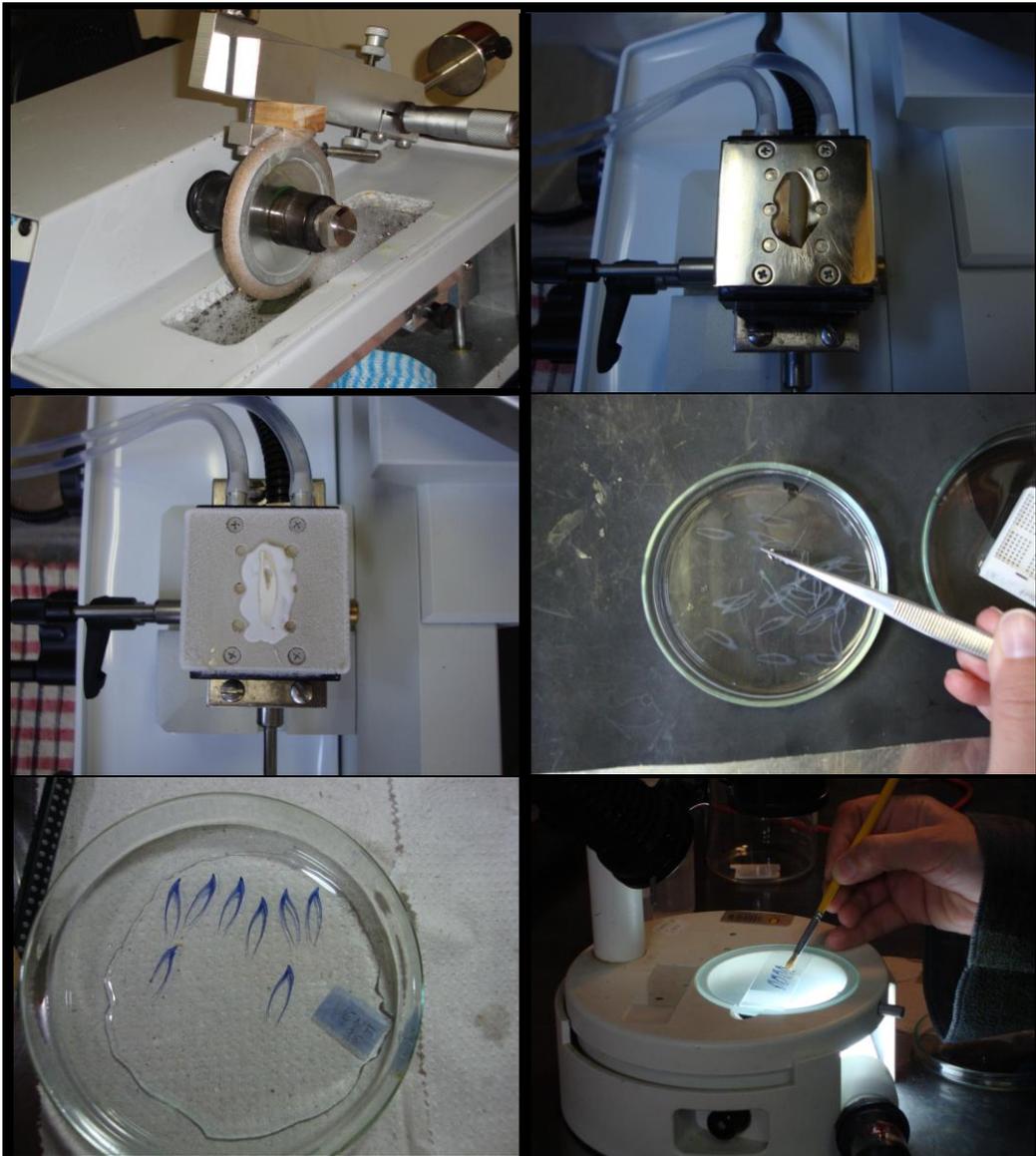
## **APÊNDICES**

- A) Fotos (Pranchas).
- B) Protocolos de Coloração Utilizados.
- C) Ficha das Avaliações

## APÊNDICE A

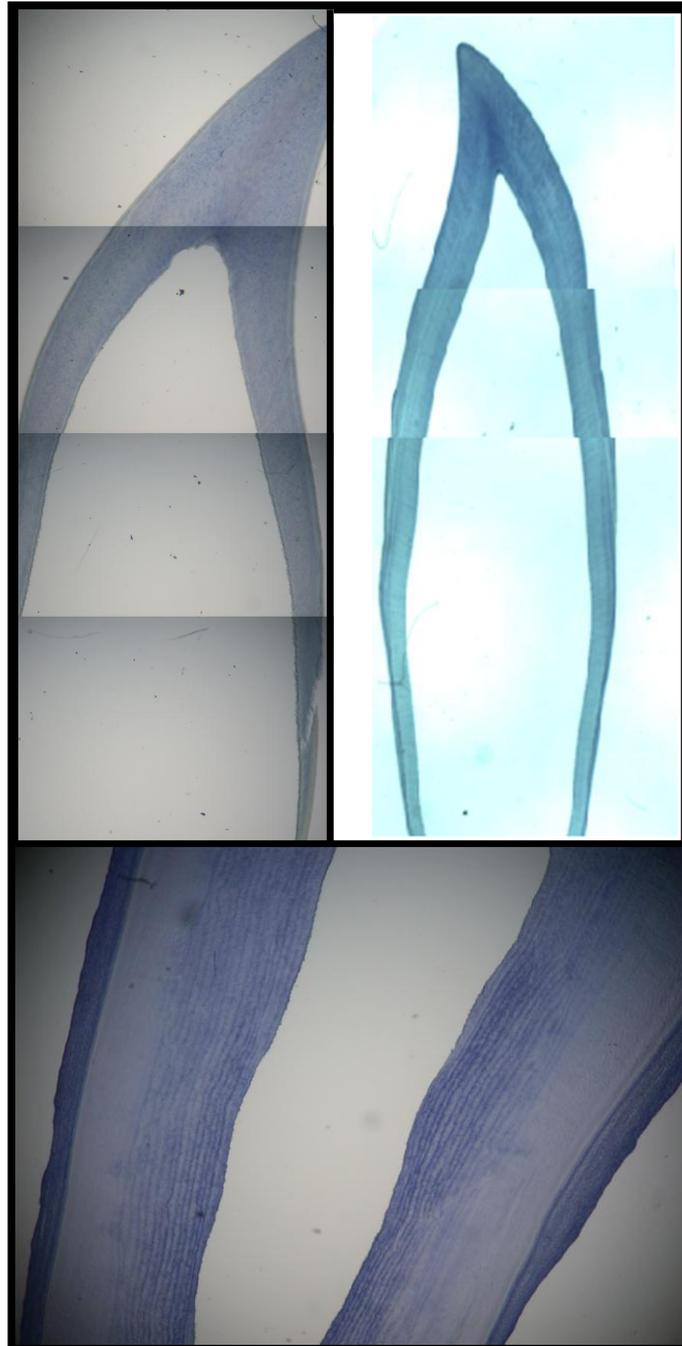


**Prancha 1:** Avaliação do grau de fusão das vértebras na espécie *Sotalia guianensis*  
A) Vértebras não fusionadas no espécime 76. B) Vértebras parcialmente fusionadas no espécime 112.(1- Corpo vertebral com epífise fusionada; 2- Corpo vertebral com epífise não fusionada. C) Vértebras completamente fusionadas no espécime 93.



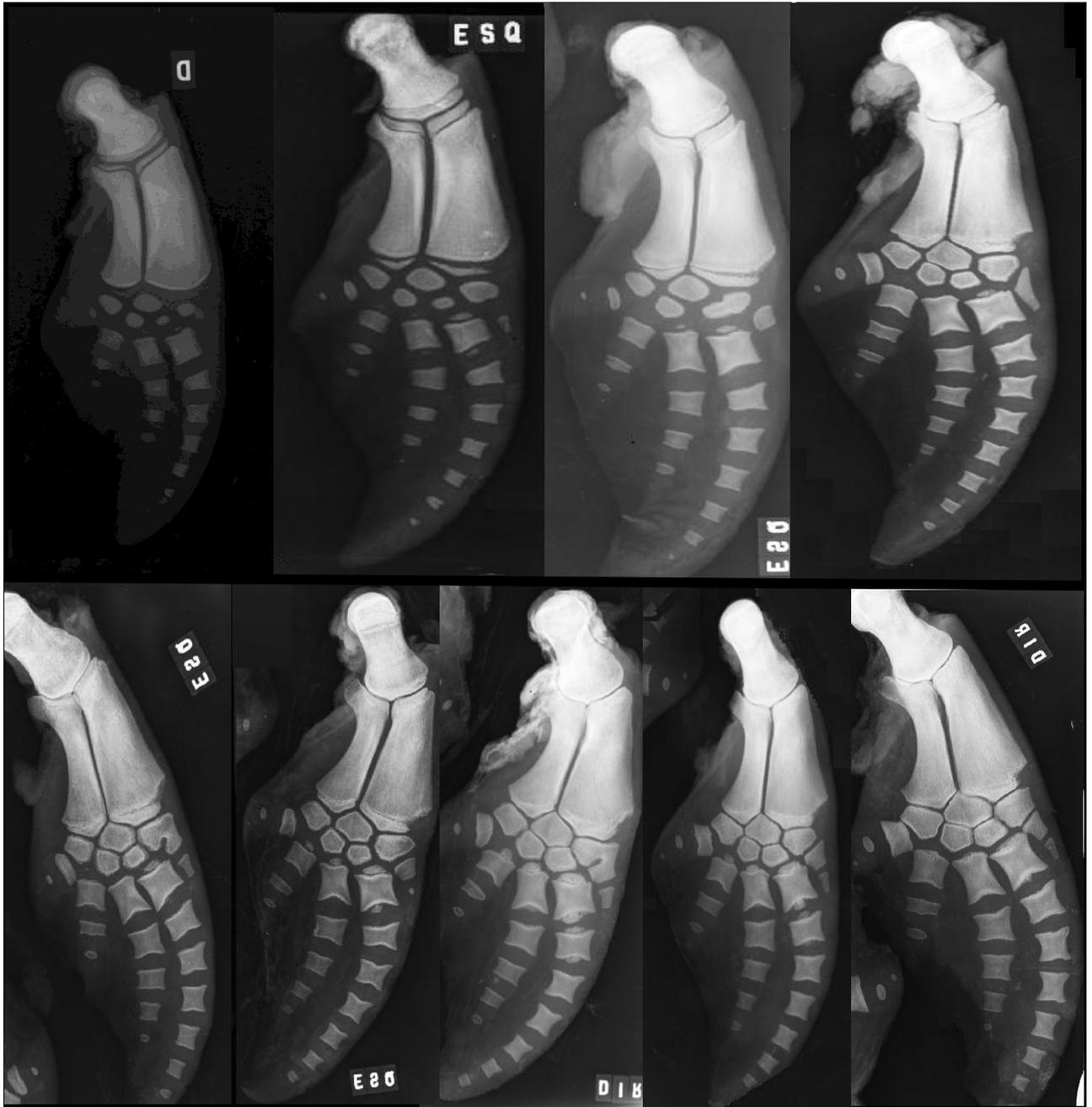
A	B
C	D
E	F

**Prancha 2:** Etapas de preparação dos dentes para a contagem de GLGs em *Sotalia guianensis*: A) Corte do dente com serra isomet. B) Dente colocado no Micrótomo de Congelamento. C) Dente congelado no Micrótomo de Congelamento. D) Seleção dos cortes de dentes para coloração e montagem das lâminas. E) Corte dos dentes em Glicerina corados com Hematoxilina de Mayer F) Montagem das lâminas.



A	B
C	

**Prancha 3:** Montagens de cortes de dentes de *Sotalia guianensis*. A) Dente de animal Recém-nascido B) Dente de animal de 2 anos. C) Imagem do dente visualizada em Microscópio óptico com aumento de 40X onde é possível a observação das camadas de crescimento.



A	B	C	D
E	F	G	H

**Prancha 4:** Nadadeiras de *Sotalia guianensis*. A) Nadadeira de animal neonato. B) Animal com menos de 1 ano. C) Animal com 1 ano. D) Animal com 2 anos. E) Animal 3 anos. F) Animal com 4 anos. G) Animal com 5 anos H) Animal com 6 anos. I) Animal com 8 anos.

**APÊNDICE B**

( Lista dos Animais utilizados do Instituto ORCA)

ORCA SOT 76	ORCA SOT 111
ORCA SOT 81	ORCA SOT 112
ORCA SOT 83	ORCA SOT 113
ORCA SOT 84	ORCA SOT 114
ORCA SOT 85	ORCA SOT 115
ORCA SOT 86	ORCA SOT 116
ORCA SOT 88	ORCA SOT 118
ORCA SOT 89	ORCA SOT 119
ORCA SOT 92	ORCA SOT 120
ORCA SOT 93	ORCA SOT 123
ORCA SOT 94	ORCA SOT 124
ORCA SOT 96	ORCA SOT 125
ORCA SOT 97	ORCA SOT 128
ORCA SOT 99	ORCA SOT 129
ORCA SOT 100	ORCA SOT 131
ORCA SOT 102	ORCA SOT 132
ORCA SOT 103	ORCA SOT 133
ORCA SOT 109	ORCA SOT 134
ORCA SOT 110	

**APÊNDICE C**

(Tabela com todos os dados analisados.)

Sot	Úme r	Rp	Up	Rd	Ud	Meta	Idad e	Vert	Comp (cm)
1	3	2	2	1	1	1	RN	NF	96
2	4	3	3	2	1	2	<1	NF	
3	6	6	6	6	6	6	16	F	183
4	4	3	3	2	2	2	1	NF	144,5
5	4	4	4	2	2	2	4	NF	151,5
6	6	6	6	6	6	6	20	F	192,5
7	4	4	4	3	3	2	2	NF	151,5
8	3	3	3	1	0	0	RN	NF	92
9	6	6	6	4	4	2	5	F	185
10	6	6	6	6	6	4	20	F	183
11	4	4	4	3	3	2	3	PF	169
12	4	3	3	2	2	2	2	NF	190
13	6	6	6	4	4	3	20	PF	183,5
14	3	3	3	2	2	2	<1	NF	
15	4	4	6	3	3	1	2	PF	172
16	6	5	6	4	4	2	3	PF	
17	6	6	6	3	3	2	3	PF	187
18	6	6	6	6	6	6	17	F	194
19	4	4	4	2	2	2	1	NF	149
20	6	6	6	5	5	2	8	PF	190
21	6	6	6	4	6	4	8	NF	187
22	6	6	6	3	4	2	4	NF	
23	4	4	4	2	2	1	2	NF	134
24	6	6	6	4	5	2	3	PF	164
25	6	6	6	4	5	4	6	PF	181
26	6	4	6	3	3	3	2	PF	165
27	6	6	6	4	4	3	5	PF	180
28	4	3	3	2	2	2	1	NF	129
29	4	3	3	2	2	2	1	PF	140
30	4	3	3	2	2	0	<1	NF	142
31	6	6	6	4	4	2	6	PF	161,3
32	6	6	6	4	4	3	5	NF	
33	6	4	6	3	3	2	2	PF	153
34	3	3	3	2	2	1	RN	PF	122
35	6	6	6	4	5	4	5	PF	184,5
36	6	6	6	5	5	4	5	PF	174
37	4	4	4	2	2	2	2	NF	152