

# ***OSTEOLOGIA DO BOTO CINZA, *Sotalia fluviatilis* GERVAIS, 1853, DA COSTA DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL***

Osteology of the gray dolphin, *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853,  
from the coast of Ceará State, Brazil.

Francisco José Capibaribe Ávila<sup>1</sup>, Tarcísio Teixeira Alves Júnior<sup>1</sup>, Cristiano Leite Parente<sup>1</sup>,  
Letícia de Almeida Leão Vaz<sup>2</sup>, Cassiano Monteiro-Neto<sup>3</sup>

## **RESUMO**

A morfologia óssea do boto cinza, *Sotalia fluviatilis* foi detalhadamente descrita, evidenciando as características principais da família Delphinidae e sendo enfatizadas as particularidades da espécie. Foram utilizados 32 esqueletos da coleção osteológica depositada sob a responsabilidade de Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS), realizando-se estudos morfométricos relevantes ao estabelecimento de relações de crescimento dos indivíduos. Com base nas características apresentadas pelos esqueletos analisados, foi proposto um modelo de classificação ontogenética definido pelas variações em determinadas estruturas ósseas. Desta forma foi possível agrupar os esqueletos de tamanhos diferentes em quatro classes distintas de idade. Com base nesta análise, foi possível desenvolver um modelo de identificação osteológica sugerida para a população marinha de *S. fluviatilis*.

**Palavras-chaves:** cetáceos, osteologia, *Sotalia fluviatilis*, Brasil.

## **ABSTRACT**

The osteology of the gray dolphin (*Sotalia fluviatilis* Gervais 1853) was described with details and emphasis on the main characteristics of the family Delphinidae. A total of 32 skeletons from the osteologic collection of the Research and Preservation of Aquatics Ecosystems Association (AQUASIS), were used in this study. Morphometric data were collected to establish the growing relationships for the species. Based on the characteristics of the individuals studied and on the variation on some osteologic structures, a model of ontogenetic classification was proposed. The skeletons were grouped in four different classes defined by size difference. A model of osteologic identification was developed for the marine population of *S. fluviatilis*.

**Key words:** osteology, *Sotalia fluviatilis*, cetaceans, Brazil.

<sup>1</sup> Pesquisador da Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos (AQUASIS), SESC-Iparana, Praia de Iparana, Caucaia, CE 61600-000, Brasil. E-mail: ávila.ávila@bol.com.br.

<sup>2</sup> Pesquisador da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

<sup>3</sup> Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Caixa Postal 100.644, Niterói, RJ 24001-970, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O estudo de osteologia é uma ferramenta muito importante para o conhecimento das relações evolutivas e taxonômicas existentes entre as diferentes espécies de animais. Nos cetáceos, o estudo osteológico é essencial para a determinação da idade, bem como a identificação da espécie.

O boto cinza, *Sotalia fluviatilis* foi descrito pela primeira vez por Gervais & Deville (1853). No Ceará, *S. fluviatilis* tem sido estudado em seus aspectos comportamentais desde 1992 (Oliveira *et al.*, 1995) e sua ocorrência tem sido registrada em diversas localidades da costa do Estado (Alves-Jr. *et al.* 1996). Apresenta forte interação junto as artes de pesca, ocorrendo alta mortalidade de indivíduos que habitam a costa cearense (Monteiro-Neto, 1993; Furtado-Neto *et al.*, 1995; Alves-Jr. *et al.*, 1996).

O estudo detalhado do esqueleto de *S. fluviatilis* da forma marítima foram realizados por poucos estudiosos (Williams, 1925; Benke, 1993; Carvalho, 1963) e o conhecimento sobre essa matéria é ainda inadequado. É interessante notar que quase nada é conhecido até essa data sobre sua osteologia na costa do Ceará, Brasil. A descrição do esqueleto é encontrada na literatura com algumas divergências taxonômicas entre os poucos autores que o descreveram. Nestes trabalhos, características importantes quanto a variação morfológica das estruturas entre indivíduos, a determinação do sexo, processo de fusão vertebral, bem como o desenvolvimento ontogenético do esqueleto, não são levados em consideração.

O presente estudo tem o objetivo de preencher lacunas no nosso conhecimento de osteologia de *S. fluviatilis* e, também, contribuir no estudo sistemático da espécie e no entendimento da morfologia funcional. Neste trabalho o esqueleto do boto cinza é detalhadamente descrito observando-se as modificações das estruturas analisadas, características para cada indivíduo. Além disso, é proposto um modelo de classificação ontogenética, caracterizando-se as diferentes etapas do desenvolvimento ósseo da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados 32 esqueletos de *S. fluviatilis*, completos e incompletos, depositados na coleção osteológica da Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos - AQUASIS. Praticamente todos os indivíduos foram mortos acidentalmente em redes de pesca artesanal, durante o período de novembro de 1995 a maio de 1997. Os animais foram dissecados em laboratório e posteriormente enterrados numa rede de nylon para evitar a perda dos ossos pequenos (falanges, chevrons, esternebras e ossos pélvicos).

Após um período que variou entre seis meses a um ano, os esqueletos foram desenterrados, limpos manualmente, e desinfetados com desinfetante comum. As mãos foram descarnadas e expostas ao Sol até apresentarem os ossos. Sendo assim possível saber a posição exata dos ossos, bem como a disposição da cartilagem.

A posição dos ossos pélvicos foi determinada através de observações nas necropsias dos animais.

Todos os esqueletos foram medidos utilizando-se um paquímetro de precisão (0,01 mm), adotando-se o modelo de medidas utilizado por Perrin (1975) para a família Delphinidae.

Os esqueletos foram separados em tamanhos diferentes, do menor para o maior, de maneira que foi possível observar todo o desenvolvimento ósseo dos animais. Estas observações foram feitas em animais com tamanho que variaram de 1.040 mm a 2.030 mm (Tabela I).

Tabela I - Dados referentes aos exemplares de boto cinza, *Sotalia fluviatilis*, utilizados no presente estudo.

Nº de	Tamanho	Sexo	Data	Localidade
10111	1832	M	11/85	Cumbuco
10122	1470	F	08/09/93	Fortaleza
10103	1520	-	01/91	Fortaleza
10104	1480	-	01/91	Fortaleza
10125	1040	F	13/05/92	Taíba
10106	1600	-	17/07/92	Jericoacoara
10127	1770	F	09/11/92	Fortaleza
10108	1800	-	04/12/92	Fortaleza
10119	1870	M	27/12/92	Fortaleza
101110	1350	M	02/01/94	Pecém
101111	1900	M	31/01/93	Fortaleza
101112	1920	M	31/04/93	Tabuba
101013	2020	-	12/08/93	Tabuba
101215	1700	F	03/04/94	Icarai
101116	2030	M	31/05/94	Icarai
101017	1880	-	04/12/94	Fortaleza
101018	-	-	10/94	Taíba
101019	-	-	10/94	Taíba
101220	1350	F	22/01/95	Fortaleza
101223	2000	F	11/12/95	Fortaleza
101131	1870	M	19/01/95	Fortaleza
101232	1280	F	26/01/96	Fortaleza
101039	-	-	31/08/96	Flexeiras
101040	-	-	31/08/96	Flexeiras
101041	-	-	01/09/96	Mundaú
101142	1780	M	22/06/96	Fortaleza
101043	-	-	01/09/96	Mundaú
101044	-	-	01/09/96	Mundaú
101246	1860	F	02/09/96	Fortaleza
101058	-	-	07/05/97	Ponta Grossa
101056	1720	M	11/02/97	Fortaleza
101061	1750	M	22/05/97	Fortaleza

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os exemplares de *S. fluviatilis* utilizados neste estudo estão caracterizados na Tabela I. A análise dos 32 esqueletos indicam que todos podem ser caracterizados como tendo: rostró longo e estreito. Os maxilares se iniciam anteriormente desde os premaxilares, estendendo-se até a sua porção situada na região dorsal do crânio (ramo ascendente). Processo ascendente do premaxilar é mais largo do que o esquerdo. Maxila não fusionada. A proeminência posterior interna do osso timpânico e seu topo não se projeta além da base da proeminência posterior externa. No periódico o aquaeductus coclear apresenta-se voltado diretamente para a região ventral da bula timpânica.

Ossos dos pitrigóides separados; estritos e posteriormente divergentes. Ramo ascendente dos maxilares em indivíduos adultos com um gradual avanço do ramo ascendente dos pré-maxilares de encontro à crista supraoccipital, expandindo-se e cobrindo o frontal. Mandíbula reta, alongada, achatada lateralmente e oca suavemente sinuosa dorsoventralmente a partir do início da linha dentária, apresentando a extremidade anterior suavemente curvada para cima. O processo coronóide (posteriormente) é bem acentuado. Sínfise mandibular, medindo em torno de 1/5 do tamanho total de cada ramo mandibular.

Os animais observados apresentaram dentes cônicos, relativamente retos longitudinalmente, e afilados na extremidade superior, possuindo apenas uma raiz. Os dentes do maxilar com acentuada curvatura direcionada para a região posterior, achatado na base em número de 32 a 33 em cada linha dentária. Dentes mandibulares mais retos na base em número de 30 a 32 em cada hemi-mandíbula. Sínfise mandibular moderada. Fórmula vertebral 53-55. Escápula larga e acrômio largo. Apófise mamilar na primeira vértebra caudal (Figura 1).

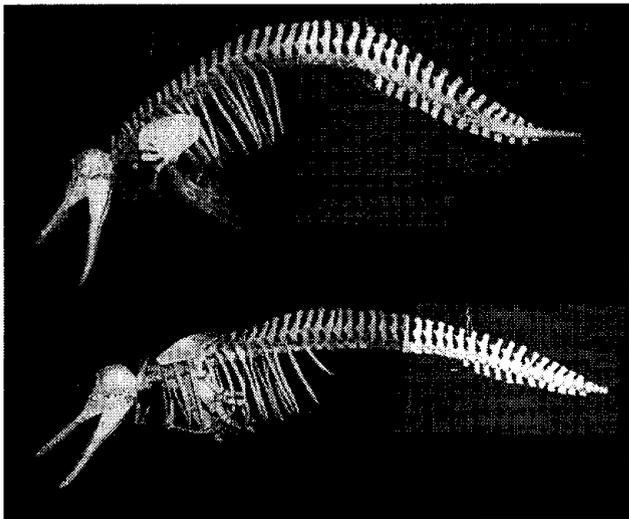


Figura 1 - Esqueletos completos de macho e fêmea de *Sotalia fluviatilis*.

## Caracterização do crânio

### Assimetria craniana

Uma das mais notáveis peculiaridades do crânio dos delphinídeos é a assimetria dos elementos faciais. Os ossos que margeiam a abertura nasal externa: premaxilares e nasais, são movidos ligeiramente para a esquerda. O frontal e os maxilares são distorcidos em menor grau. Acompanhando esse deslocamento dos ossos, há um alargamento das estruturas do lado direito, onde o processo ascendente do premaxilar direito é mais largo do que o esquerdo. As estruturas que compõem a passagem nasal e a abertura nasal interna são bilateralmente simétricas, somente os elementos faciais são envolvidos nessa assimetria. (Mead, 1975)

Nos 32 indivíduos estudados essas estruturas foram também observadas caracterizando-os no padrão morfométrico da espécie.

### Rostro

Os premaxilares se projetam desde a extremidade anterior do rostró até o início dos nasais, situados na região dorsal do crânio. São margeados lateralmente pelos maxilares na região dorsal, e medialmente pelo canal mesorostral projetado do vomer. Segundo (Mead, 1975), há uma diferença considerável no formato dos premaxilares na sua porção mais alargada e próxima aos orifícios nasais, devido à assimetria craniana vista nas fossas que acomodam os sacos aéreos onde a fossa direita apresenta maior área. Nos animais estudados pode-se encontrar até um alvéolo dentário na extremidade anterior ventral de cada premaxilar.

Os maxilares se iniciam anteriormente desde os premaxilares, estando, portanto numa posição secundária na ponta do rostró, estendendo-se até a sua porção situada na região dorsal do crânio (ramo ascendente). No ramo ascendente dos maxilares, pôde-se observar em alguns indivíduos, fissuras na margem mais posterior, deixando exposta a superfície do frontal. Bem como em indivíduos adultos observa-se um gradual avanço do ramo ascendente dos maxilares de encontro à crista supraoccipital, expandindo-se e cobrindo o frontal (Figura 2).

Os maxilares são delimitados ventrolateralmente pelo processo supraorbital do frontal e o lacrimal, e lateralmente pela crista temporal do frontal. Os maxilares formam uma reentrância (encaixe antorbital) na base do rostró, processo formando uma concrecência óssea lateral cobrindo o lacrimal.

Em odontocetos há um complexo de forâmens verticais dorsais supraorbitais presentes nos premaxilares e maxilares (Rommel, 1990). Este conjunto de forâmens se situa dorsalmente circundando a região mais alargada do processo ascendente dos premaxilares.

A linha dentária do maxilar situa-se ventralmente estendendo-se desde a extremidade anterior até

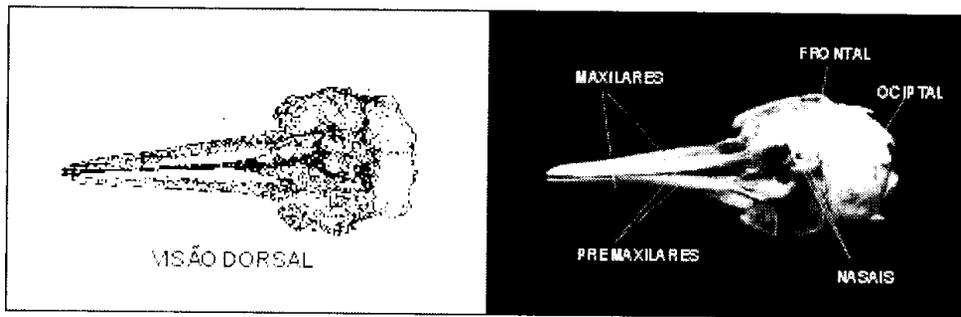


Figura 2 - Vista frontal do crânio de *Sotalia fluviatilis*.

bem próximo à linha da sutura anterior do palato. O número de alvéolos dentários nos animais variou entre 31 e 34 para cada hemi-maxila, sendo que em animais recém-nascidos e jovens os septos entre os alvéolos ainda não estão totalmente formados e os alvéolos se comunicam entre si.

O canal mesorostral é orientado longitudinalmente em forma de calha situado anteriormente à abertura nasal, margeado dorsolateralmente pelos maxilares e premaxilares, e ventralmente pelo vomer. É preenchido pela cartilagem mesorostral (Flower, 1885), um prolongamento cartilaginoso projetado a partir da região inicial ossificada do mesetmóide.

#### Passagens nasais

Dorsalmente, as aberturas nasais externas são delimitadas pelo mesetmóide, frontal, os processos ascendentes dos premaxilares, e pequena porção da extremidade mais posterior dos maxilares.

Ventralmente, as aberturas nasais internas são margeadas pelo vomer, pterigóides, e pequenas projeções laminares mediais do palato. Há um septo nasal ossificado entre as passagens nasais formados pelo presfenóide, vomer e mesetmóide.

Os nasais se situam numa condescência óssea do frontal no ápice do crânio, próximos à crista supraoccipital, apresentando acentuada assimetria na forma e diversidade em tamanho entre os espécimes observados. São margeados ainda pelo mesetmóide e etmóide nas bordas laterais e anteroventralmente. Em indivíduos novos os nasais se encontram soltos nas fossas que os abrigam, porém à medida que o indivíduo envelhece, tendem a soldar nos ossos que os rodeiam.

#### Região orbital

Localizada na área anterolateral da caixa craniana propriamente dita, a órbita é margeada dorsalmente pelo frontal (processo supraorbital) e lacrimal (pro-

cesso preorbital), posteriormente pelo esquamosal (processo postorbital), medialmente pelo alisfenóide e orbitosfenóide, ventromedialmente pelo palato e pterigóide, dorsomedialmente pelo maxilar e ventrolateralmente pelo jugal (Figura 3).

O jugal, uma delgada estrutura óssea a qual consiste no arco zigomático de muitos mamíferos bastante modificado, liga-se ao lacrimal e projeta-se de encontro ao processo zigomático do esquamosal. Nos delfinídeos o lacrimal é fusionado ao jugal. Segundo (Heyning, 1989) esse fusionamento é tão completo que não há sutura visível ainda que em crânios de fetos. A condescência óssea anterolateral formada pelos maxilares e frontal, faz com que o lacrimal venha a se apresentar em diferentes formas modificado no formato entre muitos indivíduos.

#### Caixa craniana

A caixa craniana é formada: anteriormente pelo frontal; anteromedialmente por pequena porção do vomer e mesetmóide; anteroventralmente por projeções laterais do presfenóide, e asas laterais do vomer; ventrolateralmente pelo orbitosfenóide, alisfenóide e exoccipital; ventromedialmente pelo presfenóide, basiesfenóide e basioccipital, e; posterodorsalmente pelo supraoccipital (Figuras 2 e 3). As projeções das cristas mediais do pterigóide e basioccipital formam a região posteroventral do crânio, extendendo-se desde a reentrância do pterigóide (borda medial do hamulus pterigóideo) até a região da bula timpânica. Nessa área, essas cristas juntamente com: o processo paroccipital do exoccipital (região de contato com o hióide); o pro-

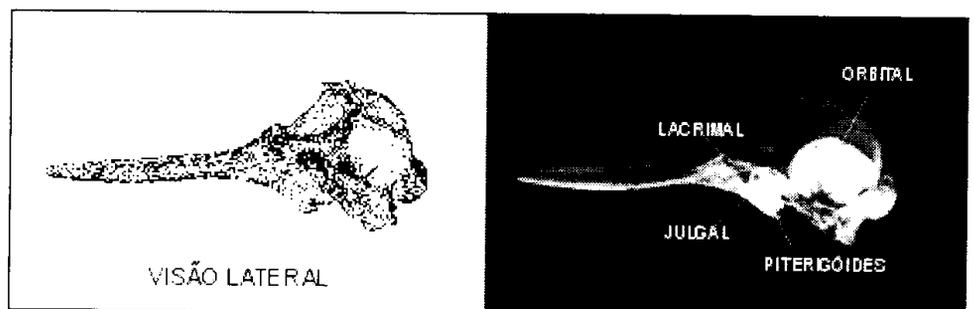


Figura 3 - Vista lateral do crânio do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*.

cesso falciforme do esquamosal e a lâmina lateral do palatino, margeiam o seio aéreo peribular (Figura 4).

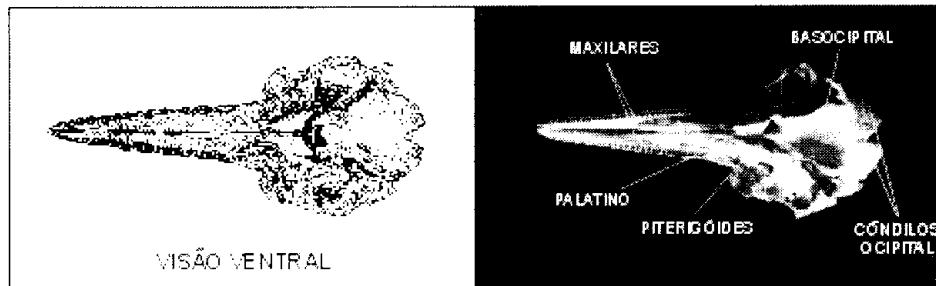


Figura 4 - Vista ventral do crânio do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*.

Segundo Norris, 1966, na área anteromedial ventral da caixa craniana, se encontram os pterigóides, os quais delimitam anteriormente e fornecem estruturação ao seio aéreo pterigóideo. Nos animais estudados cada pterigóide começa próximo à reentrância antorbital (base do rosto), situando-se entre uma fossa no palatino e o vomer, circundando a abertura nasal ventral (interna). Os pterigóides são separados por projeções laminares mediais dos palatinos. Essas lâminas variam bastante em tamanho e espessura. À medida que o animal envelhece ocorre um fusionalamento gradual entre o palatino e o maxilar.

As asas laterais dos pterigóides e a extremidade mais posterior do vomer, chegam a cobrir a sutura entre o presfenóide e o basisfenóide (intersphenoidal synchondrosis; Rommel, 1990). Em *Sotalia* o basisfenóide funde-se precocemente ao occipital, permanecendo apenas as suturas do occipital com o mesetmóide e com os pterigóides (Carvalho, 1963). Assim, o occipital generalizado seria o basioccipital, e o mesetmóide seria a região posterior do vomer.

Lateralmente, no processo zigomático do esquamosal, há uma fossa mandibular (glenoidal) na qual se articula o côndilo de cada hemi-mandíbula. (Perrin, 1975) descreve que o esquamosal se projeta em direção ao parietal, formando uma sutura elevada dentro da fossa posttemporal. Em *Sotalia fluviatilis*, essa fossa é bastante avantajada, estendendo-se antero-posteriormente desde o frontal até bem próximo dos condilos occipitais (exoccipital), delimitada pela crista temporal. Em alguns indivíduos a extremidade posterior da crista temporal (limite com o exoccipital), mostra uma saliência bem pronunciada. Entre o supraoccipital, o interparietal e o parietal, na região dorsolateral externa do crânio, se forma a crista nuchal, uma sutura precocemente fusionada, ficando aparente apenas um rastro da concrecência óssea, mesmo em indivíduos jovens (Figura 2).

No interior da caixa craniana, o tentório é projetado em bifurcação desde o teto posterior (supraoccipital) até cada lateral do alisfenóide.

Na área posterior da caixa craniana, os condilos occipitais, robustos e bem pronunciadas projeções hemisféricas, promovem a articulação do crânio com o esqueleto axial através da primeira vértebra cervical, o Atlas.

### Forâmens

Dorsalmente, a partir da reentrância antorbital podem ser encontrados: um forâmen no início do processo ascendente de cada premaxilar, e um complexo de forâmens (geralmente três grandes, e um número variável de pequenos) na extensão anterior e medial do ramo ascendente de cada maxilar. A assimetria facial é notada no formato e tamanho desses forâmens dorsais supraorbitais entre os ossos correspondentes em cada lado.

Ventralmente entre a região orbital e a passagem nasal pode se observar inúmeras fenestrações presentes nas lâminas laterais (do pterigóide e palatino) que formam a parede da fossa pterigóidea. São bastante numerosas em indivíduos novos, e grande parte se calcifica com o avanço de idade no animal. Dentro e na metade das passagens nasais, existem duas fenestrações na sutura entre o pterigóide e o palatino, onde a mais anterior se abre dentro do hamulus pterigóideo; e a outra entre a extremidade da lâmina lateral do palatino e o orbitosfenóide, dentro do seio pterigóideo. Esta última se mostra quase totalmente fechada em alguns animais.

Na margem anteromedial dos palatinos, está um complexo de pequenos forâmens direcionados longitudinalmente ao rosto. Na região ventral da caixa craniana existem grandes forâmens para a passagem de nervos cranianos. (McFarland et al., 1979; In: Rommel, 1990): O forâmen lacerate anterior, pode se apresentar subdividido em várias fissuras interligadas, proporcionando a saída dos seguintes nervos: oculomotor, trochlear, abducente, e o ramo oftálmico do trigeminal (Langworthy, 1931; In: Rommel, 1990). Os forâmens ópticos e lacerate anterior se comunicam com o exterior do crânio no orbitosfenóide. O forâmen magno situasse na região occipital da caixa craniana e é o maior forâmen do esqueleto.

Na região ventral da caixa craniana existem grandes forâmens para a passagem de nervos cranianos. (McFarland et al., 1979; In: Rommel, 1990): O forâmen lacerate anterior, pode se apresentar subdividido em várias fissuras interligadas, proporcionando a saída dos seguintes nervos: oculomotor, trochlear, abducente, e o ramo oftálmico do trigeminal (Langworthy, 1931; In: Rommel, 1990). Os forâmens ópticos e lacerate anterior se comunicam com o exterior do crânio no orbitosfenóide. O forâmen magno situasse na região occipital da caixa craniana e é o maior forâmen do esqueleto.

Na região ventral da caixa craniana existem grandes forâmens para a passagem de nervos cranianos. (McFarland et al., 1979; In: Rommel, 1990): O forâmen lacerate anterior, pode se apresentar subdividido em várias fissuras interligadas, proporcionando a saída dos seguintes nervos: oculomotor, trochlear, abducente, e o ramo oftálmico do trigeminal (Langworthy, 1931; In: Rommel, 1990). Os forâmens ópticos e lacerate anterior se comunicam com o exterior do crânio no orbitosfenóide. O forâmen magno situasse na região occipital da caixa craniana e é o maior forâmen do esqueleto.

### Mandíbulas

As mandíbulas consistem de dois ramos mandibulares, sendo cada ramo (hemi-mandíbula) composto por uma estrutura reta, alongada, achatada lateralmente e oca, preenchida pelo mesmo tipo de gordura do melão (In: Norris, 1966).

Nos 32 animais estudados a mandíbula se apresentou suavemente sinuosa dorsoventralmente a par-

tir do início da linha dentária, apresentando a extremidade anterior suavemente curvada para cima (Figura 5). Alves-Jr, 1999, observou que essa extremidade anterior da mandíbula é sempre um ponto mais proeminente do que o mesmo ponto nos premaxilares. Nessa região também pode ser observada em certos exemplares, uma curvatura lateral quando vistas dorsalmente, conferindo certa assimetria entre ambas.

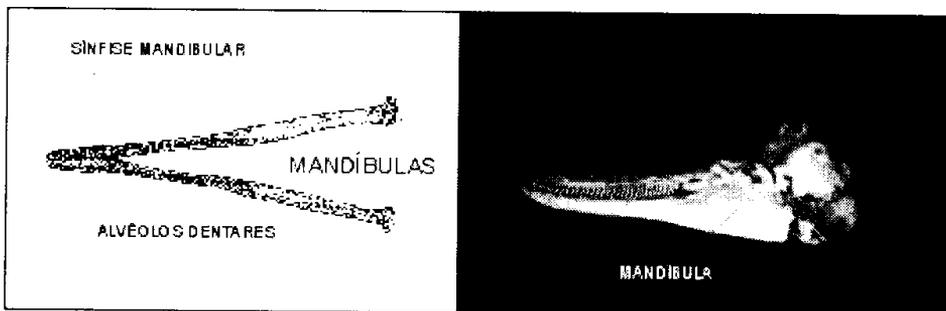


Figura 5 - Vistas lateral e dorsal das mandíbulas do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*.

O processo coronóide (posteriormente) é bem acentuado, projetando-se lateralmente no ápice dorsal de cada hemi-mandíbula, o qual serve de sustentação ao músculo temporal. Segundo (Rommel, 1990) em alguns mamíferos terrestres o processo coronóide ocupa bastante a fossa temporal; em odontocetos o processo coronóide fica na região orbital.

Foi observado nos indivíduos estudados que durante o movimento de abrir e fechar a boca o processo coronóide movimenta-se entre o jugal e a parede lateral da caixa craniana (parietal e frontal) e paralelamente à órbita.

A linha dentária está situada dorsalmente estendendo-se desde a extremidade anterior até bem próximo ao início do grande forâmen mandibular. Através dessa grande abertura lateral, além de estar presente o corpo gorduroso, inserem-se nervos e vasos em direção aos alvéolos dentários.

O número de alvéolos dentários nos animais variou entre 31 e 32 para cada hemi-mandíbula, sendo que em animais recém-nascidos e jovens os septos entre os alvéolos ainda não estão totalmente formados e os alvéolos se comunicam entre si. Abaixo da linha dentária, na face lateral do ramo mandibular, há um complexo de 4 a 6 forâmens dispostos irregularmente desde a extremidade anterior do ramo até cerca da metade da linha dentária. Proporcionam o fluxo de nervos e vasos para os alvéolos dentários.

As hemi-mandíbulas estão unidas na extremidade anterior por cartilagem, formando a sínfise mandibular, medindo em torno de 1/5 do tamanho total de cada ramo mandibular. Em alguns indivíduos, a região da sínfise mandibular se mostra acentuadamente inclinada para cima.

## Dentição

A condição de homodontia entre os odontocetos é uma exceção dentre os mamíferos. Já que uma das características que conferem à condição de mamífero é a heterodontia (Hyman, 1942).

Os dentes ficam encrustados em alvéolos quase perfeitamente esféricos, sendo encontrados os de maior diâmetro no centro de cada fileira dentária. Os dentes são cônicos, relativamente retos longitudinalmente, e bastante afilados na extremidade superior, possuindo apenas uma raiz.

A partir da coroa (coberta pelo esmalte), ocorre um sutil direcionamento para a face lingual. É nessa região onde se observa o maior desgaste nos dentes.

Os dentes do maxilar apresentam uma acentuada curvatura direcionada para a região posterior e um achatamento na base, devido à maneira pela qual se insere a raiz na cavidade da polpa. Podem ocorrer de 32 a 33 dentes em cada linha dentária dos maxilares. Enquanto que os dentes mandibulares são mais retos na base, possuindo cada hemi-mandíbula cerca de 30 a 32 dentes.

A idade do animal pode ser estimada através da contagem de camadas de deposição de dentina na periferia da cavidade pulpar (Sergeant, 1962; Kasuya, 1972; Perrin, 1975).

Quando a boca está fechada, os dentes superiores se acomodam entre os dentes inferiores. Isso aliado à maneira que se articula a mandíbula com o crânio, não possibilita uma mastigação eficiente do alimento, conferindo ao animal apenas a captura e deglutição da presa praticamente inteira Alves-Jr, 1999.

## Região do periódico e bula timpânica

Em cetáceos o periódico está sempre dissociado do resto do crânio. Durante o desenvolvimento, parte do mastóide fica fusionado ao tímpano-periódico e separado do restante do esquamosal (Fraser, 1960, *apud* Norris, 1966).

A bula timpânica se localiza na área posterior do seio peribular, é separada do resto da caixa craniana através do hiato craniano. Margeada por cartilagem que a liga às seguintes estruturas: o processo mastóide do esquamosal, ao basioccipital e ao exoccipital. O processo posterior do timpânico e do periódico estendem-se como que paralelos, unindo-se ao processo mastóide do esquamosal.

O processo sigmóide do timpânico se situa direcionado à sutura entre o processo mastóide do esquamosal e o exoccipital. A margem anterolateral da

bula timpânica está bem próxima da extremidade do processo falciforme do esquamosal.

### **Ossos do ouvido interno**

Segundo (Kasuya 1973), as características de bula timpânica da subfamília Stenidae estão na presença do sulco mediano (*Sotalia* e *Sousa*) ou sulco longitudinal semelhante (*Cephalorhynchus*), dilatação da proeminência posterior externa, quilha ventral rala, foramen elíptico é normalmente aberto sem compressão lateral da bula e ausência do espinho lateral. Entretanto nos animais estudados não existem características comuns exceto o processo superior ser muito delgado, quase não existente.

### **Osso timpânico**

Nos trinta e dois animais analisados o invólucro está localizado na região dorsal do osso, constituindo toda a região próxima ao processo sigmóide, uma pequena proeminência com extremidade curvada para a região anterior do osso, coincidindo com a descrição proposta por Kasuya, 1976.

Na região posterior do osso observa-se a proeminência posterior externa e a interna, sendo que a extremidade da última nunca ultrapassa a base da primeira, e ambas são separadas por um corte interproeminencial que se estende até o sulco mediano do invólucro.

Para esta espécie, a distância entre a região anterior e a proeminência posterior externa, é considerada uma medida padrão do osso (medida nº 01). A região ventral possui uma pequena elevação chamada de quilha ventral. Localizado postero-lateralmente ao processo sigmóide, o processo cônico encontra-se cercado por pequenas aberturas denominadas: timpânica rebaixada, triangular e timpânica superior. Esta última muitas vezes não foi observada devido a má condição de conservação do osso.

A estrutura que une o osso timpânico ao periódico é o processo posterior da bula timpânica e entre o pedículo interno deste, e o corte interproeminencial existe o foramen elíptico, que para esta espécie apresentou-se sempre aberto.

### **Osso periódico**

É um osso bem mais compacto que o osso timpânico. Usualmente observa-se três processos em sua estrutura, o primeiro, chamado de anterior pode apresentar um espinho em sua extremidade. Ao centro está o processo superior e em seguida o processo posterior do periódico em forma de concha, na qual une-se ao osso timpânico. Na região ventral deste osso observou-se dois canais paralelos sendo um para o nervo facial e outro para o músculo stapedia. Um pouco abaixo e mais externamente, verificou-se a abertura do aquaeducto cocleae. Na região externa da porção coclear

esta localizada uma grande bacia denominada de fundo do meato auditivo interno no qual encontra-se o trato espiral foraminoso. Ainda nesta cavidade, na borda superior, está localizado o foramen singular o qual está separado da abertura interna do aquaeducto Fallopii por uma crista transversa. Entre a porção coclear e o processo superior do periódico existe uma cavidade rasa denominada de abertura do ducto endolymphaticus.

### **Hióide**

As peças do hióide consistem: nos stylohiais, mais dorsais, laterais e promovem o contato com o crânio através de articulações cartilaginosas na região do processo paroccipital do exoccipital; o basihial, mais ventral e medial; e os thyrohiais, laterais ao basihial, e suas extremidades posteriores mantém contato cartilaginoso com a laringe. Com o avanço na idade do indivíduo há uma gradual ossificação entre o basihial e os thyrohiais, tendendo a formar uma só estrutura óssea em forma de "v."

## **Caracterização do esqueleto pós-cranial**

### **Esqueleto axial**

A descrição do esqueleto axial de *S. fluviatilis* difere bastante entre autores na literatura. Williams (1938) apresenta a fórmula vertebral com as seguintes características: cervicais (C) - 7, torácicas (T) - 12, lombares (L) - 14, caudais (Ca) - 22 - Total 55. Já Carvalho (1963) em sua descrição apresenta valores diferentes nas vértebras lombares (12) e caudais (24). Dentre os 32 esqueletos estudados neste trabalho, o total de vértebras variou entre 53 para animais jovens e 55 nos animais mais desenvolvidos. A fórmula vertebral se apresentou com a seguinte distribuição: C7, T12, L12, Ca22+

Animais jovens geralmente apresentavam uma grande concentração de tecido cartilaginoso nas últimas vértebras caudais, sugerindo que estas se encontravam ainda em processo de formação. Tal fato pode explicar a variação na contagem do número total de vértebras entre indivíduos jovens e adultos.

### **Discos intervertebrais**

Na região anterior e posterior do corpo das vértebras existe ranhuras radiais que se encaixam perfeitamente com as ranhuras dos discos intervertebrais. Desta maneira, para as regiões anterior e posterior de corpo de uma vértebra há um disco específico. Essas estruturas podem ser observadas nos animais recém-nascidos e jovens quando ainda não ocorreu o fusio-namento das peças. Ao passo que o animal cresce ocorre um processo de fusio-namento dos discos com o corpo das vértebras que se inicia nas vértebras de região caudal e depois atingindo o fusio-namento total quando o animal se torna adulto.

### **Vértebras cervicais**

Constituem as vértebras cervicais as sete vértebras anteriores do esqueleto axial. O atlas é denso e compacto, apresentando processo transversal curto e processo espinhoso um pouco maior. O forâmen vertebral é o maior do esqueleto axial, diminuindo bruscamente até a quarta cervical que possui a menor largura do forâmen entre as cervicais. A sexta vértebra cervical apresenta um pequeno processo transversal característico e único. O processo espinhoso começa a se desenvolver a partir da quarta vértebra cervical, com a fusão das bordas das lâminas, formado-se completamente na sétima cervical. O forâmen lateral inicia-se na terceira cervical terminando na quinta vértebra.

O movimento do pescoço do animal está relacionado com o fusionamento, ou não, de suas vértebras cervicais. De maneira geral para a família *Delphinidae*, é descrito por alguns autores que pelo menos a primeira e a segunda vértebra cervical estão fusionadas, mas alguns autores mencionam que há casos em que uma terceira vértebra pode se apresentar fusionada.

Nos animais estudados a primeira e a segunda vértebra cervical (atlas e axis) já apresentam processo de fusionamento em animais com tamanho superior a 1300 mm, sugerindo que a estrutura se ossifica durante o processo de maturação.

Uma terceira vértebra cervical fusionada foi observado nos animais maiores, fato este ainda não bem constatado na literatura especializada. Segundo Willams (1925), a primeira e a segunda vértebras cervicais são unidas, sendo que as cinco demais são livres. Carvalho (1963) complementa esta descrição observando que "as duas primeiras cervicais fundem-se precocemente, como é regra da família". Em animais recém nascidos os processos transversal e espinhoso se apresentam ainda não fusionados ao corpo da vértebra, se fusionando quando o animal atinge a idade jovem.

### **Vértebras torácicas**

As vértebras torácicas são em número de 12 e se caracterizam pela presença de capítulo (parapófise) lateral nas apófises transversas. Leatherwood & Reeves (1990) descreve de uma maneira geral que as vértebras podem ter até dois processos transversos: o superior, chamado de lâmina dorsal ou diapófise, pode estar associado com a articulação do tubérculo da costela; o inferior, chamado de lâmina ventral ou parapófise, estando às vezes associado com a articulação do capítulo da costela.

Na 17ª vértebra (10ª torácica), as apófises transversas sofrem um achatamento e um constante crescimento do comprimento, ao passo que há uma brusca redução dos capítulos notado na 12ª torácica (Figura 10a). A apófise articular superior (metapófise) inicia-se na 5ª torácica dando seguimento nas demais vértebras lombares e caudais terminando na 44ª caudal. Em animais recém nascidos, os processos transversal e

espinhoso se apresentam ainda não fusionados ao corpo da vértebra, se fusionando quando o animal atinge a idade jovem.

### **Vértebras lombares**

As lombares são em número de 12 e são caracterizadas por serem mais desenvolvidas que as demais vértebras do esqueleto axial. A altura das apófises espinhosa e transversa aumenta até a 23ª vértebra, (4ª lombar), diminuindo a altura logo a seguir.

Na 41ª vértebra torácica (12ª lombar) na extremidade dorsal das apófises transversas, há duas apófises mamilares (estruturas em forma de pequena aleta) e logo a seguir, a primeira vértebra caudal. Em *Sotalia fluviatilis* foi verificado que o processo transversal mais proeminente ocorre entre a 23ª e 24ª vértebras lombares.

### **Vértebras caudais**

As vértebras caudais em número de 22 ou 24 iniciam a partir do primeiro osso dos chevrons. Segundo a descrição de Carvalho, "... entre a 32ª e 33ª vértebras da coluna há duas aletas e logo atrás o primeiro chevron completo". Os processos transversal e espinhoso terminam na 40ª e 43ª vértebra caudal respectivamente. Na 37ª vértebra (4ª caudal) aparece a primeira espinha vertical neural permanecendo até a última vértebra caudal. As últimas vértebras caudais apresentam grande concentração de tecido cartilaginoso.

### **Costelas**

As costelas são em número de 12 e podem ser divididas respectivamente em: 4 pares de costelas com duas cabeças, 7 pares de costelas com uma cabeça e 1 par de costelas flutuantes.

O processo de articulação com as vértebras difere entre as costelas com duas cabeças e as demais costelas. Nas costelas com duas cabeças o processo ocorre com a articulação do tubérculo da costela com a diapófise da vértebra e o capítulo da costela articulando-se com a parapófise da vértebra anterior. De maneira que na primeira vertebra torácica, a articulação do capítulo da primeira costela ocorre com a parapófise da última vértebra cervical. Essas articulações ocorrem até a quarta vertebra caudal, quando iniciam as costelas de uma cabeça. O comprimento das costelas atinge o ponto máximo na 8ª costela, diminuindo logo a seguir.

### **Costelas esternais**

As costelas esternais são em número de sete e se ligam às chanfraduras do esterno. Em quatro animais foram encontradas fraturas nas costelas, muitas já apresentavam calosidades ósseas visíveis. Essas fraturas poderiam ter sido provocadas por brigas entre os animais ou com animais de outras espécies, em choques com embarcações ou degeneração óssea causada pela idade avançada de alguns indivíduos.

### Esterno

O esterno é formado por três ossos que se fusionam com o desenvolvimento do animal. O manúbrio é o maior seguido por duas esternébras. O processo de fusionamento inicia-se ainda quando o animal é jovem. Neste caso, essa região onde ocorrerá o fusionamento pode ser distinta devido à presença de grandes áreas cartilaginosas separando os três ossos. Em animais adultos o esterno já se apresenta completamente fusionado em um único osso (Figura 6).

### Escápula

A escápula identificada no boto cinza é comum aos cetáceos da família *Delphinidae*. O acrômio é mais largo e se estende ao lado do bordo superior em direção ao ângulo superior, alargando-se na sua extremidade. O processo coracóide situa-se mais próximo a fossa glenóide sendo sua estrutura bem menor do que o acrômio.

### Rudimentos dos braços

O húmero, rádio e a ulna dos cetáceos atuais são consideravelmente achatados. A forma alongada das nadadeiras é atingida através do aumento no número de falanges (hiperfalangia). Estas mudanças são mais evidentes em odontocetes (especialmente nos delphinídeos) do que em mysticetos.

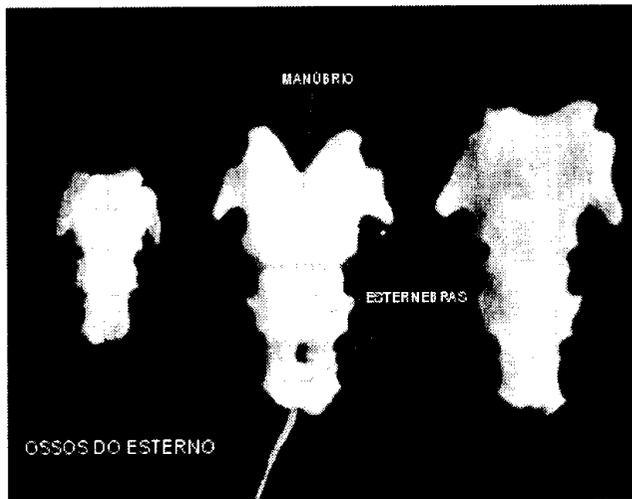


Figura 6 - Esternos do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*, em três tamanhos diferentes do seu desenvolvimento.

Em o húmero do boto cinza é mais delgado que o padrão típico dos Delphinidae e a parte proximal não é tão fortemente desenvolvida. Segundo Benke (1993), a relação entre o comprimento do húmero e a largura (1,54) atinge um dos maiores valores encontrados para esta família.

Em animais recém nascidos e jovens as epífises dos ossos do braço (húmero, rádio e ulna) ainda não estão fusionadas, vindo a se fundir quando o animal atinge uma elevada maturidade óssea. A região do

carpo é formada por uma fila proximal de três ossos: radial, intermedium, ulnar e uma fila distal composta por dois ossos: magnum e unciforme. Em animais adultos foi observado processos de ossificação entre o radial com o primeiro metacarpo, ou com o magnum e ossificação entre o ulnar e o quinto metacarpo. Menezes *et al.* (1994) constataram que a forma definitiva dos ossos do carpo está expressa, mesmo nas fases iniciais, pelos limites das cartilagens que envolvem cada um dos carpais e que na fase inicial os ossos do carpo não possuem bordas definidas, característica que ocorre com o crescimento.

A região do metacarpo é composta de cinco ossos  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$  e  $m_5$ . As falanges se iniciam em  $m_2$ ,  $m_3$ ,  $m_4$  e  $m_5$ , sendo que o maior número de falanges estando presente respectivamente. A fórmula digital, incluindo-se os metacarpos, resultou em:  $m_1$ -1;  $m_2$ -7;  $m_3$ -5;  $m_4$ -4;  $m_5$ -3 (Figura 7).

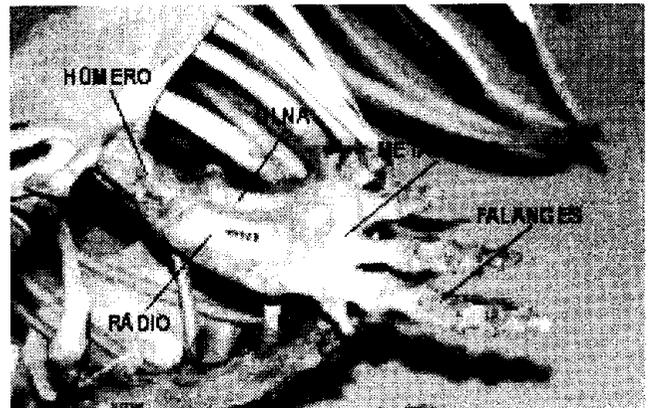


Figura 7 - Ossos do braço e das mãos do boto cinza, *Sotalia fluviatilis*.

### Cintura pélvica

A cintura pélvica nos cetáceos é caracterizada apenas pela presença de dois ossos livres que se situam horizontalmente no esqueleto logo abaixo da primeira vértebra caudal e aquém do primeiro osso do chevron. Nos cetáceos atuais acredita-se que os ossos pélvicos exerçam apenas a função de fixador da musculatura genital.

Nos espécimes estudados foram observadas diferenças no formato e tamanho dos rudimentos pélvicos entre o macho e a fêmea. No macho os rudimentos pélvicos são cilíndricos afinando-se bruscamente na extremidade superior com a epífise triangular. Já os rudimentos pélvicos das fêmeas não apresentam forma cilíndrica e sim achatada, afinando-se suavemente na extremidade superior.

Entretanto, ainda é necessário que se faça um estudo mais detalhado, levando-se em consideração também o nível de maturação óssea do animal e o pequeno número de animais estudados. Em animais adultos os ossos pélvicos variam no comprimento en-

tre 5 cm e 6 cm. A determinação do sexo através do formato dos ossos pélvicos em animais recém nascidos ou jovens não foi possível devido aos ossos ainda estarem em processo de desenvolvimento e por não apresentarem as estruturas características para macho ou fêmeas.

### Chevrons

Os ossos do chevron são ossificações ventrais intervertebrais encontradas na região caudal de muitos vertebrados. Por definição, eles estão associados com as vértebras anteriores e se articulam através das facetas vertebrais pareadas das vértebras precedentes. Os chevrons mais anteriores estão posicionados mais próximos de suas vértebras lombares antecedentes e os mais posteriores, mais próximos às vértebras caudais subseqüentes (Rommel, 1990). Nesta espécie, os chevrons se apresentam em número de 14 ossos, onde o 5º osso apresenta maior comprimento dorso ventral.

## CONCLUSÕES

Com base nas características apresentadas pelos esqueletos analisados, propõe-se um modelo de classificação ontogenética definido pelas variações em determinadas estruturas ósseas. Desta forma, deve-se agrupar os esqueletos de tamanhos diferentes em quatro classes distintas de idade.

**Classe 1 (recém nascido)** - animal com atlas em processo de fusão bem distinto. Todos os discos intervertebrais não fusionados; esterno dividido em 3 partes com grandes áreas cartilaginosas; basi-hial não fusionado com o thyro-hial; lâminas e apófises espinhosa não fusionadas ao corpo das vértebras (inclusive o atlas); epífises do úmero, rádio e ulna não fusionadas; grande parte dos dígitos das mãos formados por tecido cartilaginoso; ossos pélvicos delgados; grande área visível do frontal; nenhuma concrecência da crista supraoccipital; suturas cranianas ainda não totalmente soldadas; septos interalveolares ainda não formados.

Ossos do crânio soltos (a grande maioria das estruturas juntas apenas por tecido cartilaginoso), apresentando suturas visíveis apenas entre o lacrimal e jugal; e lateralmente entre os palatinos e maxilares. Ramo ascendente dos premaxilares apresentando estágios iniciais de avanço sobre os maxilares. Região da bula timpânica (hiato craniano) bastante alargada, englobando forâmens próximos.

Ausência de qualquer ossificação mesorostral. Dentes totalmente ocos sem preenchimento de dentina, apresentando apenas a cobertura de cimento; apresentam-se bastante próximos quase sem espaçamento entre eles. Ausência dos septos interalveolares.

**Classe 2 (jovem)** - animal com atlas fusionado ao axis; grande maioria dos discos intervertebrais ainda

não fusionados (já iniciando fusão na região caudal); esterno dividido em 3 partes; basi-hial em distinto processo de fusão com o thyro-hial; apófise espinhosa fusionada ao corpo da vértebra; epífises dos ossos das mãos fusionadas; ossos pélvicos delgados; grande área visível do frontal; septos intralveolares já formados.

**Classe 3 (subadulto)** - animal com grande maioria dos discos intervertebrais fusionados (região caudal já fusionada); esterno em distinto processo de ossificação entre o manúbrio e as esternebras; basi-hial fusionado com o thyro-hial; ossos pélvicos formados.

**Classe 4 (adulto)** - animal com todos os discos intervertebrais fusionados; esterno ossificado numa única peça. Suturas cranianas bastante aparentes; ápice do avanço dos ramos ascendentes dos premaxilares reduzindo a área aparente do frontal, dentes compactos com cavidade pulpar totalmente preenchida. Fusão avançada entre palatinos e maxilares; ossificação completa do osso tentorium; fusão entre o radial com o primeiro metacarpo, ou com o magnum e fusão entre o ulnar e o quinto metacarpo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves-Junior, T. T.; Ávila, F. J. C.; Oliveira, J. A.; Furtado-Neto, M. A. A., & Monterio-Neto, C. Registros de cetáceos para o litoral do Estado do Ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 30, n. 1-2, p. 79-92, 1996.
- Benke, H. Investigations on the osteology and the functional morphology of the flipper of whales and dolphins (Cetacea). *Invest. Cet.*, v. 24, p. 9-252, 1993.
- Carvalho, C. T. Sobre um boto comum no litoral do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, v. 23, n.3, p. 263-276, 1963.
- Furtado-Neto, M. A. A.; Alves, T. T.; Ávila, F. J. C.; Oliveira, J. A. & Monteiro-Neto, C. Impact of fisheries on populations of small cetaceans in Ceará State, Brazil. *Abstracts of the NAFO/ICES Symposium on the role of marine mammals in the ecosystem*. Dartmouth, 1995.
- Hyman, L. H. *Comparative vertebrate anatomy*, 2<sup>nd</sup> ed. University of Chicago, Lions, 544 p., 1942.
- James, P. S. B. R. & Soundararajan, R. 1981. An osteological study on the sperm whale *Physeter macrocephalus* Linnaeus from Indian ocean. *Indian J. Fish.* v. 28, p. 217-232, 1981.
- Kasuya, T. Growth and reproduction of *Stenella coeruleoalba* based on the age determination by means of dental growth layers. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, v. 24, p. 57-79, 1972.
- Leatherwood, S. & Reeves, R. R. Osteology of the bottlenose dolphin, p. 29-49. *Academic Press, Inc.* Toronto, 1990.

- Monteiro-Neto, C. A mortalidade de pequenos cetáceos por ação da pesca artesanal. *Bol. Inf. Assoc. Bras. Ocean.*, v. 12, n. 4, p. 11, 1993.
- Oliveira, J. A.; Ávila, F. J. C.; Alves-Jr, T. T.; Furtado-Neto, M. A. A. & Monteiro-Neto, C. Monitoramento do boto cinza, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea : Delphinidae) em Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 29, n. 1-2, p. 38-35, 1995.
- Perrin, W. F. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern Pacific and Hawaii. *Bull. Scripps Inst. Ocean.*, p. 21. 206, 1975.
- Perrin *et al.* Taxonomy of spotted dolphins. *Mar. Mam. Sci.*, v. 3, n.2, 1987.
- Pinedo, M. C; Rosas, F. C. W & Marmontel, M. *Cetáceos e penipedes do Brasil. Uma revisão dos registros e guia para identificação das espécies.* UNEP/FUA, 213 p., Manaus, 1992.
- Rommel, S. Osteology of the bottlenose dolphin, p. 101-128, in Letherwood, S. & Reens, R.R. (eds.), *The bottlenose dolphin.* Academic Press, 635 p., San Diego, 1990.
- Sergeant, D. E. On the biology of the pilot or pothed whale *Globicephala melaena* (Traill) in Newfoundland waters. *Bull. Fish. Res. Board Can. Bull.*, n. 132, p. 1- 84, 1962.
- Silva, V. M. F. *Ecologia alimentar dos golfinhos da Amazônia.* Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, INPA - Fundação Universidade do Amazonas, 1983.
- True, F. W. *Contributions to the natural history of the cetaceans, a review of the family Delphinidae.* Government Printing Office, Washington, 1889.
- Williams, S. H. A river dolphin from Kartabo. *Zoologica*, v. 7, n.4, p.105-129, 1928.

PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO ELETRÔNICA  
SANDRO VASCONCELOS

CAPA  
GERALDO JESUINO



Impressão e Acabamento Imprensa Universitária da  
Universidade Federal do Ceará - UFC  
Av. da Universidade, 2932 - Benfica - Caixa Postal 2600  
Fone/Fax: 0xx (85) 288.7486  
Fortaleza - Ceará - Brasil