

# Morfologia da coluna vertebral do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae)

Daniela de Castro Fettuccia<sup>1,2\*</sup>  
Paulo César Simões-Lopes<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Mamíferos Aquáticos, Depto. de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas – UFSC

C. P. Box 5102, Florianópolis, SC, Brasil, 88010-970

<sup>2</sup>fettuccia@hotmail.com

<sup>3</sup>lamaqsl@ccb.ufsc.br

\* Autora para correspondência

Submetido em 29/09/2003

Aceito para publicação em 11/12/2003

## Resumo

Apresenta-se uma descrição da morfologia da coluna do boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (n=34), bem como variações da fórmula vertebral (n=32) (UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina):  $Ce_7, T_{12}, L_{10-12}, Ca_{23-25} = 52-56$ . Caracteres diagnósticos da espécie e variações intra-específicas são aqui apresentadas. Costelas cervicais ocorreram em 22,5 % da amostra (n=31). As metapófises iniciam-se a partir da quarta torácica e as zigapófises surgem nas cervicais, podendo ser observadas até a  $T_{11}$ . Os processos transversos e neural encontram-se mais eretos em torno da  $L_5$  ou  $L_6$ . Nas vértebras caudais, os processos transversos deixam de existir entre a  $Ca_9$  e  $Ca_{13}$ . O processo neural, o arco neural e as metapófises são observados até a  $Ca_{13}$  ou  $Ca_{15}$ . Os

foramens caudais surgem entre a  $Ca_3$  e  $Ca_6$ . A altura do corpo da vértebra apresenta-se crescente até a  $Ca_{13}$ , onde começa a diminuir. A largura máxima do corpo da vértebra é encontrada em torno da  $Ca_6$ , sendo que a partir daí o corpo da vértebra torna-se lateralmente comprimido. O comprimento do corpo da vértebra cresce entre a última cervical e a  $T_7$  e daí em diante mantém-se constante até a  $Ca_{13}$ , diminuindo a partir deste ponto. Este é o primeiro estudo a considerar as variações intra-específicas de forma e contagem, oferecendo avanços sobre a abordagem tipológica tradicional.

**Unitermos:** *Sotalia guianensis*, osteologia, ossos, morfologia, coluna vertebral.

## Abstract

**The vertebral morphology of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae).** We present a description of the backbone of the marine tucuxi (*Sotalia guianensis*) vertebrae ( $n=34$ ), including the variations in the vertebral formula ( $n=32$ ) (UFSC-Universidade Federal de Santa Catarina):  $Ce_7, T_{12}, L_{10-12}, Ca_{23-25} = 52-56$ . Species diagnostic characters and intraspecific variations are presented. Cervical ribs occur in 22.5% of the samples. The metapophyses start from the fourth thoracic vertebra, and the zigapophyses start at the cervical level, being observed up to  $T_{11}$ . The inclination of the transverse processes and neurapophyses is most reduced around  $L_5$  or  $L_6$ . Transverse processes on caudal vertebrae disappear between  $Ca_9$  and  $Ca_{13}$ . The neurapophyses, neural arches and metapophyses are observed up to  $Ca_{13}$  or  $Ca_{15}$ . Caudal foramina appear between  $Ca_3$  and  $Ca_6$ . The height of the vertebral body increases up to  $Ca_{13}$ , then starts to decrease. The maximum width is found around  $Ca_6$ , where the vertebral body becomes laterally compressed. The length of the vertebral body increases from the last cervical to  $T_7$  and then remains constant up to  $Ca_{13}$ , decreasing

from then on. This is the first study to take into account intraspecific shape and count variations, representing an improvement over the traditional typologic approach.

**Key words:** *Sotalia guianensis*, osteology, bones, morphology, vertebral column.

## Introdução

A forma marinha de *Sotalia* (Gray, 1866) costuma ser enquadrada dentro da subespécie *Sotalia fluviatilis guianensis* (P.J. Van Bénédén, 1864), desde Rice (1977). Em estudo recente, baseado nos princípios da morfometria geométrica, Monteiro-Filho et al. (2002) propõem que este táxon seja elevado à categoria de espécie. Sua distribuição contínua, estritamente latino-americana, vai da Nicarágua (Carr e Bond, 1993) às latitudes da Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil (Simões-Lopes, 1988), o que explica, em parte, a escassez de estudos, principalmente no que se refere a abordagens de morfologia comparada e sistemática.

Descrições osteológicas gerais devem-se a Miranda-Ribeiro (1936), Carvalho (1963), Casinos et al. (1981), Menezes e Simões-Lopes (1996) e, mais recentemente, a Simões-Lopes e Menezes (no prelo). Uma abordagem detalhada sobre a morfologia da coluna vertebral, e suas várias conotações biomecânicas, permanece ainda por fazer.

Alguns poucos estudos envolvendo alterações senil-degenerativas da coluna vertebral desta espécie referem-se a exemplares isolados (Fragoso e Lima, 1997 e 1998; Furtado e Simões-Lopes, 1999). De resto, a literatura apresenta apenas umas poucas fórmulas vertebrais, sem considerar outros aspectos da variação individual ou populacional. Este estudo analisa a variação da coluna vertebral de *S. guianensis*, além de apresentar casos especiais de assimetria.

## **Materiais e Métodos**

Foram analisados 34 exemplares (13 machos, 9 fêmeas e 12 de sexo indeterminado), depositados na coleção do Dep. de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas (CCB), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC): 1073; 1079; 1082; 1083; 1087; 1104; 1108; 1114; 1115; 1117; 1130; 1174-1176; 1178-1180; 1208; 1213; 1218; 1219; 1222; 1223; 1226; 1233; 1236; 1239; 1240; 1246; 1247; 1253; 1266; 1268; 1311. Os exemplares UFSC 1213 e 1240 não foram incluídos na amostra da fórmula vertebral por tratarem-se de fetos.

A terminologia utilizada para o esqueleto axial segue Flower (1885), Kraglievich (1937), Lessertisseur e Saban (1967) e Rommel (1990). Quatro regiões distintas da coluna vertebral são consideradas: cervical (Ce), torácica (T), lombar (L) e caudal (Ca).

As vértebras torácicas apresentam facetas articulares na extremidade dos processos transversos para inserção das costelas. A última torácica foi definida como sendo a vértebra posterior àquela que apresenta as tais facetas articulares, uma vez que as costelas flutuantes articulam-se aos processos transversos apenas por ligamentos. Por este motivo, o número total de pares de costelas foi considerado para definir-se com mais exatidão o número de vértebras torácicas.

A transição entre as regiões lombar e caudal é marcada pelo primeiro chevrão, "chevron", arco hemal ou hemapófise (*hemapophysis*). A primeira vértebra caudal foi considerada como sendo a que precede o primeiro chevrão (Slijper, 1979; Rommel, 1990; Crovetto, 1991).

A osteometria seguiu Perrin (1975) e Crovetto (1984) e duas novas medidas foram propostas (nº 8 e 9) (Figura 1): 1- Largura máxima da vértebra: distância entre as extremidades distais dos processos transversos; 2- Largura máxima da face anterior do corpo da vértebra: transversalmente ao corpo da vértebra; 3-

Altura máxima da face anterior do corpo da vértebra no plano sagital; 4- Largura máxima do canal vertebral: transversalmente, junto a inserção do arco ao corpo vertebral; 5- Altura máxima do canal vertebral: do corpo vertebral à margem dorsal do canal neural, em vista posterior; 6- Altura do processo neural: da margem postero-dorsal do canal neural à extremidade distal do processo neural; 7- Comprimento do corpo vertebral: distância entre as linhas epifisárias da face anterior e posterior do corpo vertebral; nas últimas caudais, as epífises são estimadas nas medidas, uma vez que geralmente não são distinguíveis; 8- Altura da metapófise: tomada em linha reta da base das metapófises até a porção mais ventral do corpo da vértebra; 9- Largura entre as metapófises: tomada entre as extremidades distais desses processos.

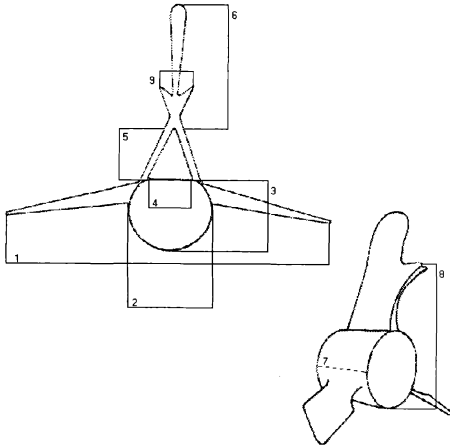


FIGURA 1: Medidas utilizadas para análise morfológica. Legendas no texto.

## Resultados

A fórmula vertebral obtida para *Sotalia guianensis* foi:  $Ce_7 T_{12} L_{10-12} Ca_{23-25} = 52-56$  ( $n=32$ ). O atlas e o axis estavam fusionados em 100% dos casos. Em alguns indivíduos, são

observadas duas cristas em forma de arco, na face articular anterodorsal do côndilo do atlas-axis (Figura 2). Estas cristas podem estar completamente definidas, geralmente nos animais adultos ou em processo de formação nos jovens.

O processo neural (*processus spinosus*) e os processos transversos (*apophysis transversa*) são curtos no atlas-axis, mas são ainda menores nas outras cervicais subseqüentes. Entre a terceira e a sexta vértebra cervical, as lâminas (*tuberculos ventralis*) portam forâmens vertebrarteriais (*canalis vertebralis*) visíveis a cada lado, podendo estar presente na terceira, quarta e quinta cervicais, com um arco lateralmente aberto nas demais (Figura 3).

Em animais jovens é comum encontrar o arco neural ainda aberto na  $Ce_3$  e  $Ce_4$ , sendo que esta característica pode estender-se à idade adulta, geralmente na terceira vértebra cervical. A  $Ce_6$  é diferente das demais pela presença de um tubérculo projetado anteriormente na lâmina transversal ventral. O tamanho e a forma do processo neural costumam variar bastante na sétima cervical (Figura 3).

Em 22,5% de 31 exemplares, registrou-se uma desigualdade no processo transversal, que foi interpretada como uma costela cervical fusionada. Em seis indivíduos, essa desigualdade apareceu na  $Ce_7$ , sendo que nos exemplares UFSC 1087, 1176, 1253 e 1115 estas projeções ocorreram no lado esquerdo e nos exemplares UFSC 1083 e 1246 no lado direito. O exemplar UFSC 1117 apresenta esta projeção na  $Ce_3$  do lado direito.

As vértebras torácicas diferenciam-se das cervicais principalmente pelos processos transversos (Figura 4). Nas torácicas estes são mais longos e possuem faceta articular para as costelas.

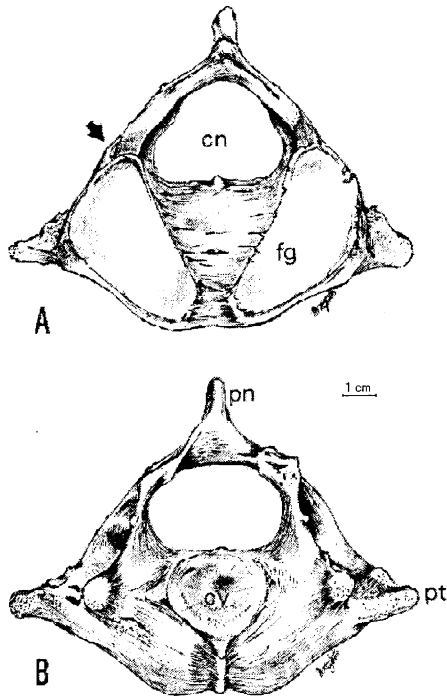


FIGURA 2: Atlas e axis ( $Ce_1 + Ce_2$ ): A- Vista anterior; B- Vista posterior. fg- fossa glenóide; cv- corpo da vértebra; pn- processo neural; pt- processo transverso; cn- canal neural; cristas em arco indicadas pela seta.

O número de vértebras torácicas está diretamente relacionado com o número de costelas. Geralmente são encontradas 11 vértebras torácicas com faceta articular para costelas no processo transverso. A  $T_{12}$  não possui essa articulação, salvo em alguns exemplares. Foram observados 27 exemplares com 12 torácicas e apenas um com 11 (UFSC 1176). Outra característica das torácicas é que os forâmens vertebrarteriais estão ausentes e o corpo da vértebra é mais arredondado. O processo neural é mais alto e inclinado caudalmente e o comprimento do corpo da vértebra maior.

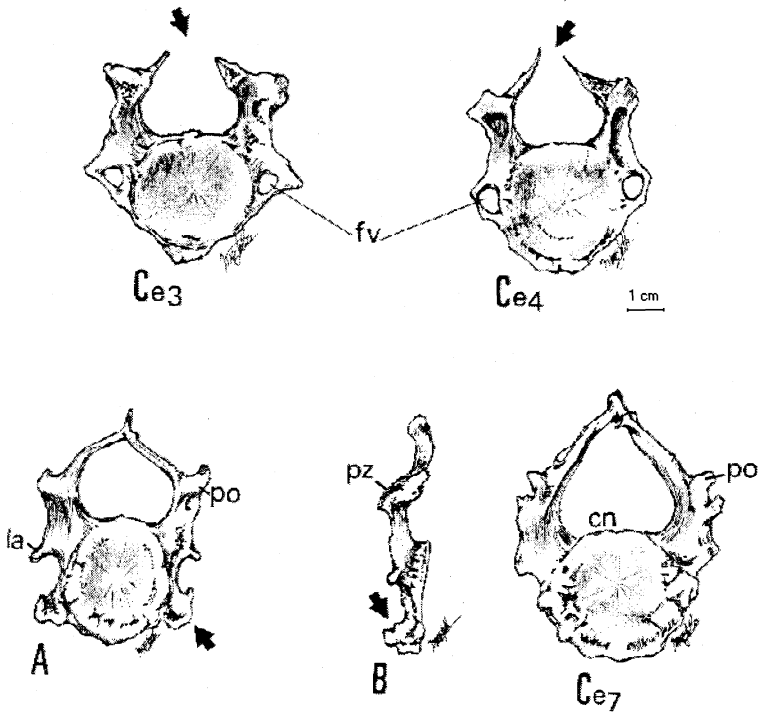


FIGURA 3: Vértex cervicais Ce<sub>3</sub>, Ce<sub>4</sub> e Ce<sub>7</sub>, em vista posterior. Ce<sub>3</sub> e Ce<sub>4</sub> indicando o canal neural aberto. Ce<sub>7</sub>- ausência de forâmens vertebrarteriais (fv). A- Ce<sub>6</sub> em vista posterior; B- Ce<sub>6</sub> em vista lateral. Projeção achatada anterodorsalmente na lâmina transversal ventral indicada pela seta.

Via de regra, as metapófises (*processus mamillaris*) se iniciam a partir da quarta torácica. A altura das primeiras metapófises equivale à do processo transversal e a distância entre elas é acentuada. Nas últimas torácicas, as metapófises estão mais próximas entre si e mais altas, posicionadas no processo neural (Figura 4).

As zigapófises surgem nas vértebras cervicais mas são mais evidentes nas torácicas. Pré- e pós-zigapófises (*prezygapophysis* e *poszygapophysis*) são visíveis até aproximadamente a T<sub>11</sub>, mas uma



faceta articular desenvolvida desaparece em torno da  $T_6$ . As faces de articulação das pré-zigapófises estão orientadas dorsal e medialmente, enquanto que as pós-zigapófises voltam-se ventral e lateralmente.

O canal neural ou forame vertebral (*foramem vertebralis*) é arredondado e em forma de gota nas primeiras torácicas, com altura e largura semelhantes. Nas últimas torácicas, o canal neural torna-se ligeiramente triangular, sendo mais alto do que largo (Figura 4).

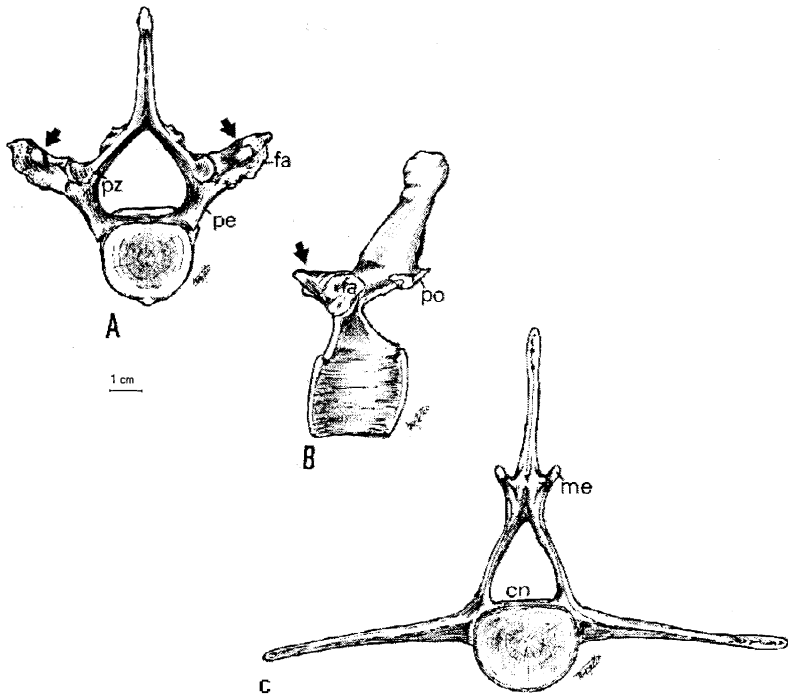


FIGURA 4: A-  $T_4$  em vista anterior; B-  $T_4$  em vista lateral. fa- faceta articular para encaixe das costelas; pz- pré-zigapófise; po- pós-zigapófise; cn- canal neural; pe- pedunculo. Detalhe da metapófise (me) na altura do processo transverso. C- Última torácica ( $T_{12}$ ) em vista anterior. As metapófises (me) estão situadas na altura do processo neural.

A contagem de vértebras lombares variou de dez a doze, mas os números de dez e onze, considerados em conjunto ( $n=27$ ), foram os mais freqüentes, totalizando 85% da amostra (Tabela 1). A homogeneidade das vértebras lombares facilita sua identificação. Estas são caracterizadas pela longa projeção dos processos transversos e neural. Enquanto nas torácicas estes processos estão inclinados posteriormente, nas lombares posicionam-se perpendicularmente ( $90^\circ$  em relação à coluna) em torno da  $L_5$  ou  $L_6$  e a partir destas, inclinam-se anteriormente (Figuras 5 e 6).

Nas lombares, os corpos das vértebras (*centrum*) tornam-se bem arredondados, o arco neural mais estreito e alto e as metapófises ainda mais altas e próximas umas das outras (Figura 5).

As vértebras caudais são as que possuem maior variação de forma (Figura 7). O número de caudais variou entre 23 a 25 nos 19 exemplares completos analisados, sendo mais freqüente o número de 23 vértebras. As vértebras caudais iniciam-se com a inserção dos arcos hemais (*hemapophysis*) ou chevrões na face ventral do corpo da vértebra, mais precisamente nas facetas hemais (Figura 8).

Os arcos hemais são peças ósseas intervertebrais, formando um canal (*arcus hemalis*) por onde passam o prolongamento da aorta, suas artérias ramificadas e veias caudais (De Smet, 1977). É relativamente comum encontrar os primeiros e/ou os últimos arcos hemais abertos (cerca de 30% para  $n=26$ ). Seu número é variável, podendo alcançar 16 ou mais.

Os processos transversos e neural nas primeiras caudais continuam diminuindo de tamanho e inclinam-se para frente num ângulo que varia de  $50^\circ$  e  $70^\circ$  em relação ao eixo. Os processos transversos, quando em vista dorsal, adquirem a forma trapezoidal e, mais posteriormente, a forma de aleta, deixando de existir entre a 9ª e a 13ª caudal. Nos processos transversos das últimas lombares e primeiras caudais, aparece uma crista na superfície dorsal (Figura 8). Esta crista dirige-se obliquamente, alcançando o corpo da vértebra entre a  $Ca_4$  e a  $Ca_6$ .

TABELA 1 – Variações numéricas na coluna vertebral de *Sotalia guianensis* (n=32). O asterisco indica os exemplares onde as vértebras caudais estão completas; o sinal + sugere que faltam uma ou duas vértebras e o parênteses onde os exemplares estão incompletos em algum setor da coluna.

Exemplar	Nº de cervicais	Nº de torácicas	Nº de lombares	Nº de caudais	Total
UFSC 1073	7	(3)	-	-	-
UFSC 1079	7	12	10	23*	52*
UFSC 1082	7	12	11	23*	53*
UFSC 1083	7	12	11	23*	53*
UFSC 1087	7	12	10	25*	54*
UFSC 1104	7	12	10	24*	53*
UFSC 1108	7	12	11	(17)	-
UFSC 1114	7	-	-	(16)	-
UFSC 1115	7	-	-	-	-
UFSC 1117	7	12	(8)	23*	50*
UFSC 1130	7	12	11	23*	53*
UFSC 1174	7	12	11	(13)	-
UFSC 1175	7	12	11	22+	52+
UFSC 1176	7	12	12	23+	53+
UFSC 1178	7	12	11	(14)	-
UFSC 1179	7	12	12	23*	54*
UFSC 1180	7	-	-	-	-
UFSC 1208	7	12	10	25*	54*
UFSC 1218	7	12	11	25*	55*
UFSC 1219	7	12	10	23*	52*
UFSC 1222	7	12	11	(12)	-
UFSC 1223	7	12	10	(15)	-
UFSC 1226	7	12	10	24*	53*
UFSC 1233	7	12	10	(11)	-
UFSC 1236	-	12	12	25*	-
UFSC 1239	7	12	11	23*	53*
UFSC 1246	7	12	11	23*	53*
UFSC 1247	7	12	-	24*	-
UFSC 1253	7	12	11	24*	54*
UFSC 1266	7	12	11	24*	54*
UFSC 1268	7	12	10	23*	52*
UFSC 1311	7	12	10	(12)	-
n total	31	28	27	21	19

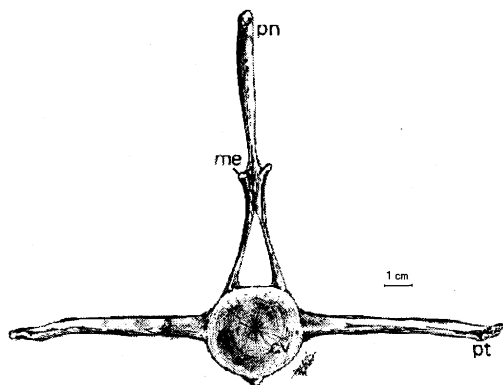


FIGURA 5: Vértebra lombar ( $L_6$ ) em vista anterior. Os processos transversos (pt) e neural (pn) são tipicamente longos e retos, cv- corpo da vértebra; me- metapófise.

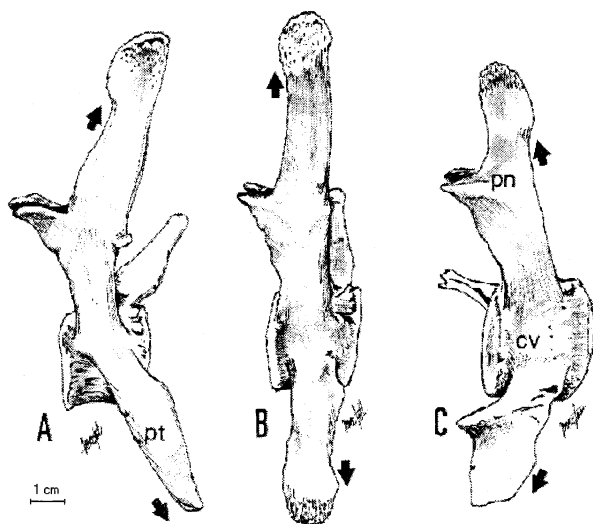


FIGURA 6: Variação de inclinação dos processos transversos e neural em vista lateral. A-  $T_{12}$ : processos transversos (pt) e neural (pn) inclinados caudalmente; B-  $L_5$ : processos sem inclinação; C-  $Ca_3$ : pt e pn inclinados cranialmente; cv- corpo da vértebra.

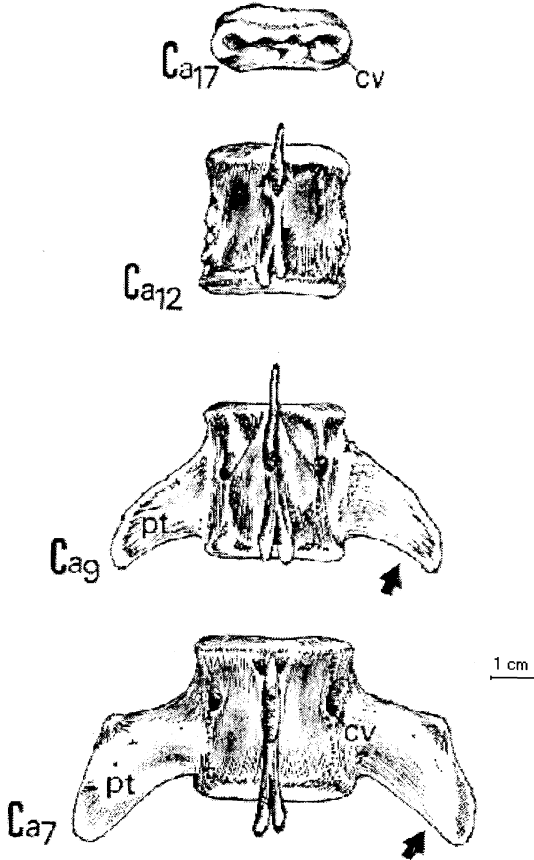


FIGURA 7: Variação de forma das vértebras caudais em vista dorsal. cv- canal vertebral; Ca<sub>7</sub>: processo transverso (pt) em forma trapezoidal; Ca<sub>9</sub>: pt em forma de quilha; Ca<sub>12</sub>: desaparecimento do processo transverso; Ca<sub>17</sub>: ausência de processo neural (pn) e pt.

O processo neural, assim como o arco neural e as metapófises, podem ser observados ainda entre a Ca<sub>13</sub> e a Ca<sub>15</sub>. A partir dessas vértebras, os corpos vertebrais tornam-se mais largos do que altos, com uma compressão dorsoventral.

Entre a terceira e a sexta vértebra caudal aparece, geralmente, um par de foramens caudais ou canais vertebrarteriais (*canalis vertebralis*), que vão até as últimas vértebras (Figura 7). Estes foramens atravessam o corpo da vértebra, sendo observados tanto na face dorsal quanto na ventral. À medida que os chevrões vão se formando, os foramens passam a atravessar também as cristas na região ventral do corpo da vértebra, ficando desta forma protegidos. Em alguns indivíduos pode ocorrer o aparecimento destes foramens em apenas um dos lados do corpo da vértebra.

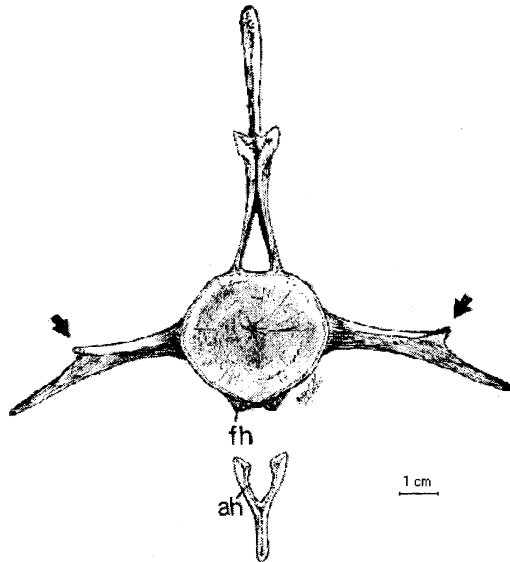


FIGURA 8: Detalhe da crista na superfície dorsal do processo transverso ( $Ca_2$ ), indicado pela seta. A faceta hemal (fh) marca o início das vértebras caudais; arco hemal.

As metapófises variam a distância entre si e a altura ao longo da coluna vertebral (Figura 9). Suas alturas aumentam da  $T_4$  até as primeiras caudais e, a partir daí, diminuem até aproximadamente a  $Ca_{14}$ , onde deixam de existir. A distância entre as metapófises diminui ao longo da coluna, ficando mais próximas nas últimas

lombares. Nas caudais, ocorre um leve distanciamento destas até aproximadamente a Ca<sub>6</sub> e novamente uma aproximação nas vértebras subsequentes.

Comparando-se a altura do processo neural com a altura das metapófises percebe-se que da L<sub>4</sub> em direção caudal esta última vai tornando-se cada vez mais próxima da extremidade distal do processo neural (Figuras 9 e 10).

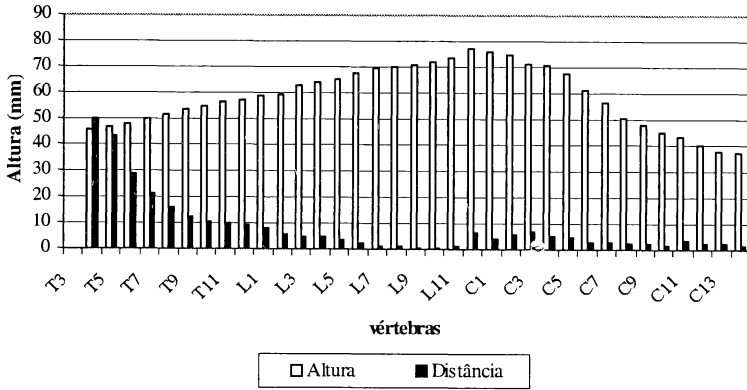


FIGURA 9: Variação da média da altura e distância entre as metapófises ao longo da coluna (n=30).

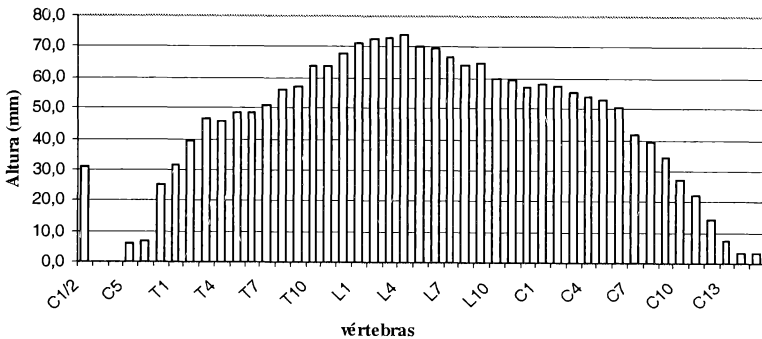


FIGURA 10: Variação da média da altura do processo neural ao longo da coluna (n=30).

Com exceção do atlas-axis, as vértebras da região cervical e parte da região torácica possuem valores similares em altura e largura do canal neural (Figura 11). A partir da T<sub>5</sub>, o canal neural começa a diminuir em largura, em direção posterior, tornando-se mais alto que largo. Nas últimas caudais, ele fica reduzido e os valores de altura e largura voltam a ser equivalentes.

A altura do corpo da vértebra aumenta da T<sub>8</sub> até a Ca<sub>12</sub> e partir desse ponto diminui bruscamente em direção à cauda (Figura 12). A largura do corpo da vértebra segue padrão semelhante, ocorrendo um súbito aumento nas últimas cervicais. A largura máxima é encontrada em torno da Ca<sub>6</sub> e, a partir desta, as vértebras vão tornando-se lateralmente comprimidas. Após a Ca<sub>16</sub>, essa tendência inverte-se e o corpo das vértebras fica mais largo do que alto. O comprimento do corpo das vértebras cresce da última cervical até a T<sub>7</sub>. Desta vértebra até a Ca<sub>13</sub> o comprimento varia pouco e, torna-se menor à medida que se aproxima da cauda.

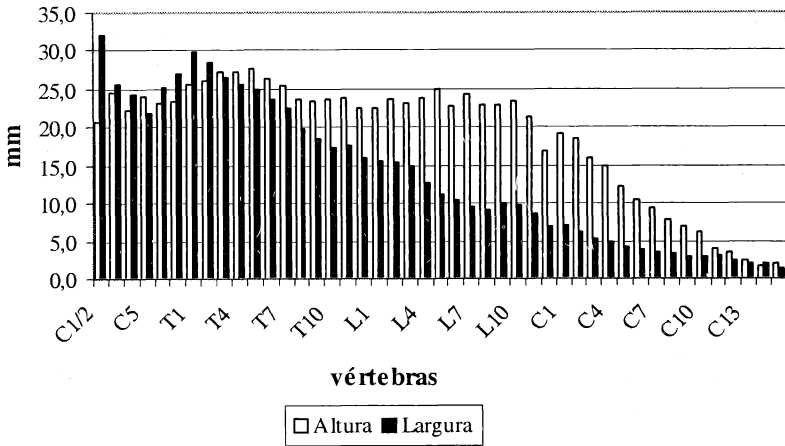


FIGURA 11: Variação da média da altura e largura do canal neural ao longo da coluna vertebral (n=30).



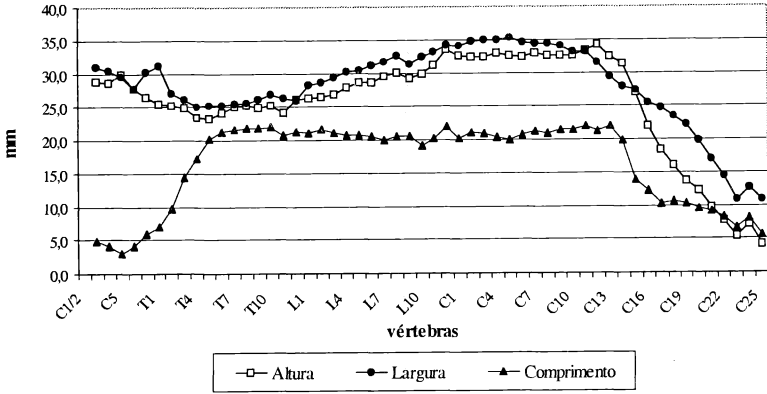


FIGURA 12: Variação da média de altura, largura e comprimento do corpo da vértebra ao longo da coluna vertebral (n=30).

A largura máxima das vértebras varia bastante na coluna (Figura 13). Existem três zonas onde esses processos sofrem marcante redução. A primeira ocorre na terceira cervical devido ao tamanho do atlas-axis. Nas duas primeiras torácicas, ocorre um aumento e logo após uma segunda redução até aproximadamente a  $T_6$ . As vértebras torácicas possuem os processos transversos mais curtos já que a eles se unem as costelas. Só será visível um aumento considerável nessas estruturas nas duas últimas torácicas  $T_{11}$  e  $T_{12}$ . A partir daí existe um aumento até a  $L_5$  e posterior redução até as últimas caudais.

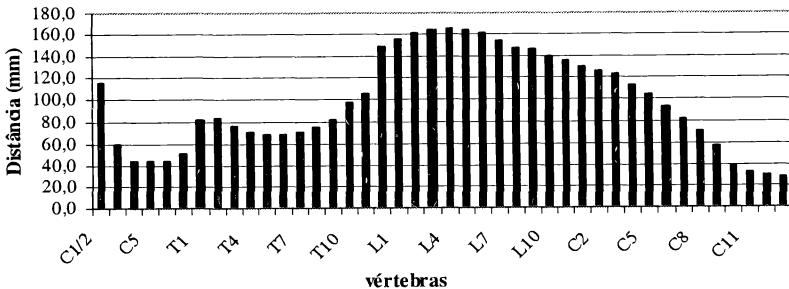


FIGURA 13: Variação da média da distância máxima entre as extremidades distais dos processos transversos (n=30).

## Discussão

As adaptações à vida aquática geraram modificações anatômicas marcantes na coluna vertebral dos cetáceos, sendo que o desaparecimento dos membros posteriores fez com que as vértebras da região sacral fossem anexadas às regiões vizinhas (Slijper, 1979). Tais mudanças são indicadoras de mudanças funcionais (Buchholtz, 2001). Boa parte das variações de contagem da fórmula vertebral dos cetáceos deve-se a essa instabilidade na determinação precisa de cada setor. Além disso, vários guias de campo utilizam fórmulas vertebrais como ferramenta para determinação de espécies, mas costumam ignorar as variações individuais (Bittencourt, 1984). Assim, existem dois problemas básicos que precisam ser enfrentados: evitar abordagens tipológicas e buscar a estabilidade de critérios.

A variação no número de vértebras caudais em mamíferos é um fato largamente conhecido, que também pode ser verificado no caso dos cetáceos (De Smet, 1977; Crovetto, 1991). Estudos anteriores com o boto-da-tainha, *Tursiops truncatus*, revelaram variações consistentes nos setores torácico, lombar e caudal (Rommel, 1990), o mesmo ocorrendo com *Balaena mysticetus* (De Smet, 1977), demonstrando como se deve tomar cuidado com as abordagens tipológicas.

Carvalho (1963), estudando cinco esqueletos completos de *Sotalia guianensis*, apresentou uma fórmula vertebral sem variação em nenhum dos setores. O mesmo foi mencionado por Bittencourt (1984). Ambos os autores referiram-se a uma pequena variação no número total de vértebras, mas não mencionaram em qual setor elas ocorreram. Trabalhos posteriores incorporaram variações numéricas no setor caudal, considerando tanto as populações marinhas de *Sotalia* quanto de água doce (Pinedo et al., 1992; Silva e Best, 1994 e 1996). O presente trabalho, assim como o de Simões-Lopes e Menezes (no prelo), consideram também uma variação consistente no setor lombar. O exemplar

UFSC 1176 apresentava apenas 11 pares de costelas, estando ausentes as costelas flutuantes, como já havia sido constatado por Simões-Lopes e Menezes (no prelo), no entanto não se pode afirmar se estas estruturas estavam originalmente ausentes no exemplar ou foram perdidas durante a preparação. Assim, a variação numérica no setor torácico permanece ainda duvidosa. Também podem ocorrer assimetrias ao longo da coluna vertebral (Fragoso e Lima, 1998) como foi constatado em alguns exemplares que apresentavam costela flutuante em somente um dos lados. De acordo com De Smet (1977), muitas vezes, a falta de cuidado durante a preparação dos esqueletos leva a enganos deste tipo, no entanto, esta instabilidade realmente ocorre.

Ao longo da coluna, os processos transversos e neural de *Sotalia guianensis* sofrem variações de tamanho e inclinação até desaparecerem por completo. O desaparecimento desses processos foi semelhante ao encontrado por Crovetto (1990) para *Cephalorhynchus eutropia*. Segundo o autor, os processos transversos estão ausentes desde a  $Ca_{13}$  e o processo neural desde a  $Ca_{17}$ . Para *S. guianensis*, foram observados processos transversos entre  $Ca_{9-13}$  e processo neural entre a  $Ca_{13-15}$ . Os processos transversos variam também em comprimento, sendo reduzidos nas cervicais e nas primeiras torácicas e mais longos na região lombar, como ocorre em *Tursiops truncatus* (Rommel, 1990).

Geralmente, o comprimento do processo neural nas vértebras dos cetáceos não difere muito do que ocorre nos mamíferos terrestres (Slijper, 1946). As lombares, no entanto, são distintamente mais longas nos cetáceos, porque o músculo *transverso-spinalis* é fortemente desenvolvido na região lombar, originando-se nos processos neurais (Slijper, 1946).

O aparecimento de cristas na superfície dorsal dos processos transversos está relacionado com a inserção dos músculos *ilio-costalis* e *extensor caudae lateralis* (Crovetto, 1991). Em *S. guianensis* estas cristas aparecem nas últimas lombares e primeiras caudais, alcançando o corpo da vértebra entre a  $Ca_4$  e a  $Ca_6$ .

De acordo com Crovetto (1990), o músculo *extensor caudae lateralis* atua no centro de rotação caudal e na curvatura dorsal da coluna em associação com o músculo *spinalis*. O *ilio-costalis* apresenta a inserção nos processos transversos da  $Ca_2$  até a  $Ca_{17}$  para *Cephalorhynchus eutropia*. A função deste músculo é elevar o pedúnculo caudal e permitir a realização de movimentos laterais.

Experimentos têm mostrado que as regiões torácica e lombar dos golfinhos são relativamente rígidas e que o movimento de natação é quase que totalmente realizado pela região caudal (Slijper, 1946). Isto explica a menor distância entre as metapófises de *S. guianensis* no final das lombares, aumentando a rigidez do setor. Rommel (1990) descreve o desaparecimento das metapófises de *Tursiops truncatus* no final das lombares e o reaparecimento a partir das primeiras caudais, exatamente onde surgem os primeiros chevrões. Esse também é o ponto de flexibilidade máxima da coluna, correspondendo ao centro de rotação anal (Crovetto, 1991). Em *S. guianensis* as metapófises não chegam a desaparecer e atingem sua maior altura no processo neural, exatamente entre a última lombar e a primeira caudal.

O arco neural apresentou forma arredondada nas cervicais e primeiras torácicas e forma triangular na maior parte da coluna. Bittercourt (1983), analisando o esqueleto de *Orcinus orca*, descreve que a partir da  $Ce_4$  até a  $T_5$  nota-se um aumento progressivo da largura do canal neural para diminuir em direção posterior. No presente trabalho, a largura máxima encontrada foi na  $T_2$ , diminuindo, gradativamente, a partir daí devido a ramificações dos pares de nervos.

Na base dos processos transversos das vértebras cervicais (com exceção do atlas e axis), existem perfurações denominadas de foramens ou canais vertebrarteriais (= foramens transversais). Esses foramens protegem artérias e nervos do pescoço (Rommel, 1990). Em *S. guianensis*, o canal está inteiramente protegido pelo fechamento da lâmina ventral e pedículo entre as  $Ce_3$  e  $Ce_5$  e aberto nas demais.

O comprimento e o diâmetro do corpo da vértebra variam nas diferentes regiões da coluna vertebral. O corpo da vértebra de *S. guianensis* revelou resultados semelhantes aos obtidos por Buchholtz (2001) para *Tursiops truncatus*. Em ambos os casos, o corpo da vértebra apresenta-se mais largo do que alto em praticamente toda a coluna, com exceção de um pequeno trecho das caudais (Ca<sub>13-16</sub>), onde ocorre o contrário. O comprimento do corpo da vértebra, no entanto, apresenta uma variação diferente nestas duas espécies. Para *S. guianensis*, o comprimento do corpo da vértebra nunca ultrapassou os valores de altura e largura, enquanto que para *T. truncatus*, o comprimento supera altura e largura nas últimas torácicas e nas últimas caudais (Buchholtz, 2001). De acordo com Rommel (1990), as vértebras de *T. truncatus* que antecedem a inserção da nadadeira caudal são lateralmente comprimidas, e as que estão incluídas na nadadeira são dorsalmente comprimidas. O mesmo foi observado em *S. guianensis*.

Segundo Ferigolo (1987), variações anatômicas intra-específicas são comuns ao longo da coluna e nem sempre são sinônimos de patologia. De acordo com este autor, a presença de costelas fusionadas às últimas vértebras cervicais é comum em mamíferos, embora seja um caráter reptiliano. De Smet (1977), considera que a presença de costelas cervicais não é rara em cetáceos, ocorrendo em inúmeras espécies, especialmente em mysticetos. A presença de mais de 22% de costelas cervicais em *S. guianensis* confirma esta tendência, mas um inventário maior e que inclua as espécies marinha e fluvial permitirá compreender melhor esta questão.

## Referências

Bittencourt, M. L. 1983. *Orcinus orca* “baleia assassina” (Cetacea, Delphinidae) primeiro registro para o litoral norte catarinense, com notas osteológicas. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 26 (1): 77-103.

Bittencourt, M. L. 1984. Contribuições para identificação dos cetáceos ocorrentes na Costa e águas interiores do Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, **27** (4): 529-547.

Buchholtz, E. A. 2001. Vertebral osteology and swimming style in living and fossil whales (Order: Cetacea). **Journal of Zoology of London**, **253**: 175-190.

Carr, T.; Bonde, R. K. 1993. Northern distribution record for tucuxi dolphin. **Tenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals**, Texas, USA, p. 11-15.

Carvalho, C. T. 1963. Sobre um boto comum no litoral do Brasil (Cetacea, Delphinidae). **Revista Brasileira de Biologia**, **23** (3): 266-276.

Casinos, A.; Bisbal, F.; Boher, S. 1981. Sobre tres exemplares de *Sotalia fluviatilis* del Lago Maracaibo (Venezuela) (Cetacea, Delphinidae). **Proceedings of the Department of Zoology**, **7**: 93-96.

Crovetto, A. 1984. Elementos biomecánicos de la columna vertebral de los cetáceos y su papel en la locomoción. **Anales Primera Reunión de Trabajos de Expertos en Mamíferos Acuáticos de América del Sur**, Buenos Aires, Argentina, p. 106-121.

Crovetto, A. 1990. Esqueleto y musculatura locomotriz en el delfin chileno *Cephalorhynchus eutropia*, Gray 1846 (Delphinidae, Cetacea). **Gayana Zoology**, **54** (3-4): 79-85.

Crovetto, A. 1991. Etude osteometrique et anatomo-fonctionelle de la colonne vertebrale chez les grands cetaces. **Investigations on Cetacea**, **23**: 7-189.

De Smet, W. M. A. 1977. The regions of the cetacean vertebral column. In: Harrison, R. J. (ed.). **Functional Anatomy of Marine Mammals**. Academic Press, London, England, p. 59-80.

Ferigolo, J. 1987. Anatomia Comparada, Paleontologia e Paleopatologia de Vertebrados. **Paula-Coutiana**, **1**: 105-127.

- Flower, W. H. 1885. **An Introduction to the Osteology of the Mammalia**. 3. ed. Macmillan & Co., London, England, 344 pp.
- Fragoso, A. B. L.; Lima, F. C. 1997. *Spondylosis deformans* em boto cinza *Sotalia fluviatilis* da costa do Estado de Rio de Janeiro. **Anais do VII Colamar- Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar**, Santos, Brasil, p. 327-328.
- Fragoso, A. B. L.; Lima, F. C. 1998. Escoliose congênita em Boto-cinza na costa do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, **20** (4): 174.
- Furtado, M. H.; Simões-Lopes, P. C. 1999. Alterações senil-degenerativas e variações anatômicas na coluna vertebral de pequenos cetáceos. **Biotemas**, **12** (1): 133-147.
- Kraglievich, L. 1937. **Manual de Paleontologia Rio Platense Comparada de los Mamíferos**. Ed. Siglo Ilustrado, Montevideo, Uruguay, 190 pp.
- Lessertisseur, J.; Saban, R. 1967. Squelette Axial. In: Grassé, P-P. (ed.). **Traité de Zoologie, Mammifères: Tèguments et Squelettes**. Tome XVI (Fascicule I), Masson et Cie. Éditeurs, Paris, France, p. 585-708.
- Menezes, M. E.; Simões-Lopes, P. C. 1996. Osteologia e morfologia da aleta peitoral da forma marinha de *Sotalia fluviatilis* (Cetacea-Delphinidae) no litoral do Brasil. **Estudos de Biologia**, **4** (40): 23-31.
- Miranda-Ribeiro, A. 1936. Notas cetológicas dos gêneros *Steno*, *Sotalia* e *Stenopontistes*. **Boletim do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, **12**: 3-23.
- Monteiro-Filho, E. L. A.; Monteiro, L. R.; Reis, S. F. 2002. Skull shape and divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: a tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, **83** (1): 125-134.

Perrin, W. F. 1975. Variation of spotted and spinner porpoises (genus *Stenella*) in the Eastern Pacific and Hawaii. **Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography**, **21**: 1-206.

Pinedo, M. C.; Rosas, F. C. W.; Marmontel, M. 1992. **Cetáceos e Pinípedes do Brasil: Uma revisão dos registros e guia para identificação das espécies**. UNEP/FUA, Manaus, Brasil, 213 pp.

Rice, D. W. 1977. A list of the marine mammals of the world. **NOAA, Technical Report SSRF**, **711**: 1-15.

Rommel, S. 1990. Osteology of the Bottlenose Dolphin. In: Leatherwood, S. & Reeves, R. (eds). **The Bottlenose Dolphin**. Academic Press, San Diego, USA, p. 29-49.

Silva, V. M. F.; Best, R. C. 1994. Tucuxi *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). In: Ridgway, S.H. & Harrison, S. R. (eds). **Handbook of Marine Mammals**. Academic Press, London, England, p. 43-69.

Silva, V. M. F.; Best, R. C. 1996. *Sotalia fluviatilis*. **Mammalian Species**, **527**: 1-7.

Simões-Lopes, P. C. 1988. Ocorrência de uma população de *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea, Delphinidae) no limite sul de sua distribuição, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, **1** (1): 57-62.

Simões-Lopes, P. C.; Menezes, M. E. (no prelo). Morfologia Esquelética. In: Monteiro-Filho, E. L. A. (ed.). **Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-cinza**. Edições IBAMA, Brasília, Brasil.

Slijper, E. 1946. Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals. **Kongelige Nederlands Akademie der Wetenschappelijk Verhandlung**, **42** (5): 1-128.

Slijper, E. 1979. **Whales**. 2<sup>nd</sup> ed. Hutchinson, University Press, London, England, 511 pp.