



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UERN  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS - FANAT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS – PPGCN  
MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS - MCN



**ONTOGENIA CRANIANA EM BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis*  
(VAN BÉNÉDEN, 1864).**

HELOISA CRISTINA DE MORAIS E SÁ LEITÃO

MOSSORÓ – RN  
2015

HELOISA CRISTINA DE MORAIS E SÁ LEITÃO

**ONTOGENIA CRANIANA EM BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis*  
(VAN BÉNÉDEN, 1864).**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais, da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Naturais. Área de concentração: Ciências Naturais.

ORIENTADOR (a): Prof. Dra. Ana Bernadete Lima Fragoso

MOSSORÓ – RN

2015  
HELOISA CRISTINA DE MORAIS E SÁ LEITÃO

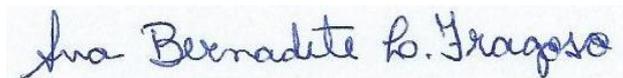
**ONTOGENIA CRANIANA EM BOTOS-CINZA, *Sotalia guianensis*  
(VAN BÉNÉDEN, 1864).**

Dissertação de Mestrado a ser apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais, da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Naturais. Área de concentração: Ciências Naturais.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Bernadete Lima Fragoso.

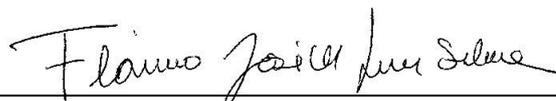
Aprovada em 25 de Março de 2015.

**BANCA EXAMINADORA**



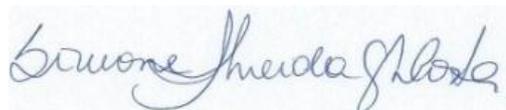
---

Dr<sup>a</sup>. Ana Bernadete Lima Fragoso – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte



---

Dr. Flávio José de Lima Silva – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte



---

Dr<sup>a</sup>. Simone Almeida G. Leandro da Costa – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

MOSSORÓ – RN  
2015

Aos meus pais,  
Minha mais sincera forma de amar.

Minha irmã e sobrinhas,  
Minha direção e meu porto seguro.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais (Carlos Antônio e Aglaci) que sempre primaram pela minha educação tornando esse momento possível e especialmente inesquecível. Vocês são meu porto seguro!

À Minha irmã (Heloyse) e minhas sobrinhas (Maria Esther e Maria Celeste) todo meu carinho pela atenção e paciência durante esses dois anos de pesquisa.

À minha orientadora, Ana Bernadete Lima Fragoso, pelo suporte e orientação profissional, sem a sua ajuda não teria chegado até aqui.

Aos amigos do Laboratório de Monitoramento de Biota Marinha: Rysonely, por todo o apoio e amizade. Thiago Emanuel, pelas horas de conversas na cozinha tomando café e nos momentos de espera do meu Táxi. Pedro, pelos lanches, red bull e por aguentar meus momentos de estresses. As minhas florzinhas (Deborah e Érica) que sempre alegraram meu coração. Marquinhos e Ciro pelos momentos de diversão.

Agradecer a toda equipe do Projeto Cetáceos da Costa Branca/PCCB, principalmente a pessoa de Flávio Lima e Simone Almeida, que disponibilizaram todo o acervo de dados do PCCB/UERN, possibilitando assim, a realização deste trabalho e a oportunidade de hoje fazer parte desta família.

Á todos os colegas e corpo docente do MCN pelo convívio e aprendizado compartilhados.

Ao colega, José Israel Souza, pela contribuição na confecção dos desenhos ilustrativos dos crânios.

Ao apoio financeiro da FAPERN pela bolsa de estudo, ao PPGCN da UERN, ao Laboratório de Monitoramento de Biota Marinha e a equipe do PCCB-UERN.

## RESUMO

Caracteres morfológicos do crânio são bastante utilizados para identificação de espécies de mamíferos marinhos, porém sua utilização ainda é restrita para análise da maturidade física craniana em algumas populações do nordeste brasileiro. Este trabalho visa à determinação de maturidade física craniana relacionando com o seu desenvolvimento ontogenético em botos-cinza (*Sotalia guianensis*) do litoral setentrional do Rio Grande do Norte-RN. Foram analisados 41 crânios de botos-cinza, oriundos de encalhes, no período de 2005 a 2014, depositados na coleção osteológica do Laboratório de Monitoramento de Biotas Marinhas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. A determinação das suturas diagnósticas de maturidade física craniana foi realizada com base na análise de 18 variáveis abrangendo suturas de elementos craniais. As suturas cranianas consideradas diagnósticas para determinação da maturidade craniana foram relacionadas com as classes etárias via correlação de Spearman e as 46 medidas cranianas foram avaliadas em relação à classe etária via teste de ANOVA e Kruskal-Wallis. Os resultados indicam que a sutura diagnóstica de determinação de maturidade física em crânios de boto-cinza é a Pterigóide/Basioccipital, que permitiu a avaliação dos exemplares da espécie em cinco classes etárias: filhote, juvenil, subadulto, semimaduro e maduro. Das variáveis métricas analisadas, 30 apresentaram relação com a classe etária de *S. guianensis*. As análises de suturas cranianas determinam a classificação dos espécimes em classes de idade e maturidade física. Os exemplares mais representativos em encalhes, no presente estudo, trataram-se de indivíduos juvenis.

**Palavras-Chave:** “Ontogenia; maturidade física; *Sotalia guianensis*; crânio”

## ABSTRACT

Skull morphology is widely used for identification of marine mammals' species, but their use is still limited to analysis of cranial physical maturity in some populations of northeastern Brazil. This work aims at the determination of cranial physical maturity relating it to their ontogenetic development in estuarine dolphin (*Sotalia guianensis*) of the northeastern coast of Rio Grande do Norte, Brazil. We analyzed 41 skulls of *S. guianensis* dolphin deaths after strandings on the beaches from 2005 to 2014. The material was deposited in the osteological collection of Laboratório de Biota Marinha-Projeto Cetáceos da Costa Branca, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. The diagnostic determination of cranial sutures for physical maturity was based on analysis of 18 variables. The cranial sutures considered diagnostic for determining the cranial maturity were related to age classes via Spearman correlation and the 46 cranial measurements were assessed for age group via ANOVA and Kruskal-Wallis test. The results indicate that the diagnostic suture to determination of physical maturity in *S. guianensis* skulls is Pterygoid/basioccipital, which allowed the evaluation of species in five age classes: nestling, juvenile, subadult, semi-mature and mature. Some of metric variables analyzed (30) were related to the age categories of *S. guianensis*. The analysis of cranial sutures determines the classification of the specimens in age classes and physical maturity. The most representative examples in strandings, in this study, these are juveniles.

**Keywords:** "“Ontogeny; physical maturity; *Sotalia guianensis*; skull”"

## LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo na costa setentrional no Estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil \_\_\_\_\_ 04
- Figura 2. Medidas osteológicas realizadas no presente estudo conforme descrição na tabela 1. Desenho de José Israel Souza \_\_\_\_\_ 07
- Figura 3. Níveis de suturas cranianas para determinação de maturidade física de *S. guianensis* (adaptado de Hoson, 2009). A – Sutura aberta; B – Sutura parcialmente fechada; C – Sutura fechada, com linha de fusão de fácil visualização; D – Sutura fechada com resquícios da linha de fusão; E – Sutura completamente fusionada. \_\_\_\_\_ 08
- Figura 4. Gráfico mostrando a variação do comprimento condilobasal (CONDBAS) nas distintas classes etárias. Os quadrados menores correspondem à mediana; os limites da caixa representam os percentuais de 25% e 75% da amostra. As linhas correspondem os valores mínimos e máximos da amostra. Cl. Etária: 1=Filhote; 2=Juvenil; 3=Subadulto; 4=Semimatur e 5=Matur. \_\_\_\_\_ 12
- Figura 5. Variações craniométricas da maior largura entre os processos posteriores do zigomático esquamosal ao longo do desenvolvimento de *S. guianensis*. Os quadrados menores pintados correspondem à mediana; os limites da caixa representam os percentuais de 25% e 75% da amostra. As linhas correspondem os valores mínimos e máximos da amostra. \_\_\_\_\_ 17

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Lista de medidas realizadas para crânio e mandíbula de *S. guianensis*. Medidas adaptadas de Perrin (1975), Fettuccia (2006) e Barreto (2000). \_\_\_\_\_ 06
- Tabela 2. Lista de caracteres merísticos analisados no aparato alimentar de *S. guianensis* (segundo Fettuccia, 2006). \_\_\_\_\_ 07
- Tabela 3. Lista de caracteres não-métricos (Suturas Cranianas) analisados nos crânios do Boto-cinza, para a determinação de sutura diagnóstica de maturidade física. \_\_\_\_ 08
- Tabela 4. Correlação de Spearman entre as classes etárias e as suturas diagnósticas. Correlação significativa  $p < 0,05$ . \_\_\_\_\_ 10
- Tabela 5. Tamanho corporal em centímetros (cm) e comprimento condilobasal do crânio (CONDBAS) em milímetros dos exemplares de *S. guianensis* da costa setentrional do Rio Grande do Norte. \_\_\_\_\_ 12
- Tabela 6. Valores de média, mínimo, máximo, desvio padrão e os valores do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (K-S) das medidas cranianas realizadas em exemplares de boto-cinza (*S. guianensis*) do litoral setentrional do RN. \_\_\_\_\_ 13
- Tabela 7. Valores do teste paramétrico ANOVA para as 18 medidas cranianas com valores significativos em relação à classe etária em botos-cinza da costa setentrional potiguar (efeitos significativos  $p < 0,05$ ). \_\_\_\_\_ 14
- Tabela 8. Valores referente ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com relação à classe etária (Gl=4). \_\_\_\_\_ 15
- Tabela 9. - Correlação de Spearman (Classe etária x medidas cranianas). As variáveis em \* correspondem aos valores significativos ( $p < 0,05$ ). \_\_\_\_\_ 16

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>1.1. Introdução Geral.....</b>	<b>01</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>04</b>
<b>2.1. Objetivos específicos.....</b>	<b>04</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>04</b>
<b>3.1. Área de Estudo .....</b>	<b>04</b>
<b>3.2. Coleta de exemplares .....</b>	<b>05</b>
<b>3.3. Obtenção de informações.....</b>	<b>05</b>
<b>3.4. Análise estatística .....</b>	<b>09</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>4.1. Suturas cranianas e Classe etária .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2. Análises Craniométricas.....</b>	<b>11</b>
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>22</b>

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta extensão de zona costeira superior a 8.000Km, sendo notificada mais de cinquenta espécies de mamíferos aquáticos neste vasto litoral (IUCN, 1991; JEFFERSON et al., 1993; IBAMA, 2001). Os cetáceos estão entre os animais com mais representatividade de registros de encalhes, ocorrendo em números significativos ao longo de toda costa brasileira (SILVA et al., 2005). Informações sobre biologia de vida da grande maioria de cetáceos é originário de exemplares encalhados no litoral (SANTOS, 1999). Os fatores desencadeantes de encalhes são bastante diversificados, podendo ser originário de fatores naturais, como, condições oceanográficas e topográficas, condições adversas do tempo, perseguições de presas, fuga de predadores, infestações parasitárias, desorientação possivelmente provocados por sensibilidade as forças magnéticas da Terra e fenômenos naturais cíclicos como El Niño e la Nina (GERACI & LOUNSBURY, 1993). Assim como, ocasionados por atividades de natureza antrópica como as capturas acidentais em rede de pesca e colisão com embarcações, contaminação, ferimentos provocados por artifícios de pesca e armas e fogo e utilização de explosivos a fim de extração de petróleo (OVERSTROM et al., 1991; SCORDINO, 1991; BRABYN & McLEAN, 1992; PERRIN et al., 1994a; DUIGNAN et al., 1995).

O boto-cinza, *Sotalia guianensis* (van Bénéden, 1864), é um mamífero aquático pertencente à ordem Cetartiodactyla e a família Delphinidae (CUNHA, 2005). Este cetáceo é uma espécie de golfinho costeiro de pequeno porte que pode atingir 1,90 m de comprimento (SICILIANO; MORENO; SILVA & ALVES, 2006), sendo já registrado na literatura comprimento de até 2,06 m (BARROS, 1991). A coloração é acinzentada com o ventre mais claro. A espécie apresenta a nadadeira dorsal triangular, além da divisão entre rosto e o melão suave (SICILIANO; MORENO; SILVA & ALVES, 2006). O crânio de *Sotalia* pode ser distinguido das outras espécies por apresentar um afastamento dos pterigoides, com uma caixa craniana bem desenvolvida e rosto relativamente largo (FLOWER, 1884; MIRANDA-RIBEIRO, 1936; CARVALHO, 1963; SILVA & BEST, 1994). Os dentes variam em número de 26 à 36 em cada hemi-mandíbula, sendo cônicos e pontiagudos (BOROBIA, 1989; SIMÕES-LOPES &

XIMENES, 1990; da SILVA & BEST, 1996). A coluna vertebral é composta por vértebras cervicais (C), torácicas (T), lombares (L) e caudais (Ca), apresentando fórmula vertebral C7, T12, L10-12, Ca 22-25, compreendendo um total de 53 a 56 vértebras (da SILVA & BEST, 1996; FETTUCCIA & SIMÕES-LOPES, 2003; SIMÕES-LOPES & MENEZES, 2008).

Sua distribuição geográfica se estende desde o litoral norte de Honduras, no Caribe (15058'S; 85042'W; Silva & Best, 1996) até o Estado de Santa Catarina, no Brasil (27035'S; 48034'W; SIMÕES-LOPES, 1987). O boto-cinza, *Sotalia guianensis*, é a espécie de delphinídeo com maior representatividade no litoral do Rio Grande do Norte – RN (SENA et al, 2005; MEDEIROS, 2006; ATTADEMO, 2007; FRAGOSO 2012).

A mudança de status ao nível de espécie fez com que a União Mundial para a Natureza (The World Conservation Union) classificasse a espécie como insuficientemente conhecida (DD), o que significa que não há informação suficiente para determinar se a mesma está ou não no status de ameaçada (BARRETO et. al, 2010). Com isso, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio, 2010), em seu Plano de Ação Nacional para a Conservação de Pequenos Cetáceos, enfatiza a necessidade de obtenção de informações sobre história de vida de *S. guianensis*, incluindo dados sobre idade e maturidade física do animal.

Estudos e monitoramento com o boto-cinza vêm sendo realizados no Brasil desde a década de 1990, permitindo um grande avanço nos estudos de comportamento e ecologia da espécie (SILVA et al, 1998; FLORES, 1999; DI BENEDITTO&RAMOS, 2001; SANTOS et al., 2001; CREMER et al., 2004). No entanto, estudos biológicos (DI BENEDITTO & RAMOS, 2001; ROSAS e MONTEIRO FILHO, 2002), taxonômicos e morfológicos (BOROBIA, 1989; RAMOS, 2001; MONTEIRO-FILHO et al., 2002; ROSAS et al., 2003; FETTUCCIA, 2006) são de um modo geral insuficientes para *S. guianensis*, apresentando descrições osteológicas realizadas por Borobia (1989) e Schmiegelow (1990) para morfometria craniana. Posteriormente Alves-Júnior e Monteiro-Neto (1999), Ramos (2001), Simões-Lopes (2006) e Fettuccia (2006) abordaram estudos de caracterização morfológica e morfométrica craniana. Os estudos cranianos até então realizados em *S. guianensis* abrangem, na maioria das vezes,

exemplares adultos do sul e sudeste brasileiro, com exceção dos trabalhos de Alves-Júnior e Monteiro-Neto (1999) que aborda adultos provenientes do Ceará e de Fettuccia (2006) que abrange exemplares de várias classes etárias das regiões norte, nordeste e sudeste do Brasil. No entanto, nenhum dos trabalhos aborda estudos para populações do litoral setentrional do Rio Grande do Norte-RN.

Estudos históricos sobre cetáceos demonstram que as descrições originais de várias espécies foram realizadas com estudos de carcaças de animais encalhados em praias (HOFMAM, 1991). As carcaças de animais encalhados são grandes geradores de informações referentes à história natural, distribuição das espécies, abundância relativa, status populacional, morfologia e doenças em cetáceos, desde que sejam realizados estudos amostrais cada vez mais especializados nos materiais disponibilizados pelos animais encalhados (GERACI & St. AUBIN, 1979; REYNOLDS III & ODELL, 1991).

O litoral do RN tem como característica apresentar altas temperaturas, que promovem o aceleração da decomposição de carcaças de animais marinhos encalhados em praias. Por esse motivo, os espécimes de boto-cinza, registrados encalhados nas praias do litoral setentrional do Rio Grande do Norte, geralmente, estão em avançado estado de decomposição. Os registros dos exemplares observados durante o monitoramento em praias desérticas ou semidesérticas, na maioria das vezes, restringem-se a partes desarticuladas do esqueleto, devido à ação de animais necrófagos e ação mecânica das ondas e do vento (FRAGOSO, 2012). Desta forma, o crânio é a peça óssea mais registrada entre os encalhes e única fonte de informações sobre a biologia e maturidade física dos animais encontrados.

Sabendo-se que as estruturas osteológicas são a principal ferramenta para o estudo de *S.guianensis* no litoral setentrional e, por ser, a espécie de delfínido que apresenta o maior índice de encalhes na costa do Rio Grande do Norte e brasileira (FRAGOSO et al, 2012; MEDEIROS, 2006; IBAMA, 2001; SICILIANO, 1994), o estudo do crânio abrangendo morfologia e morfometria é essencial para se obter informações a cerca de maturidade física (ALVES-JÚNIOR e MONTEIRO-NETO, 1999), variações de espécies (FETTUCCIA, 2006) e variações geográficas (FETTUCCIA, 2006).

## 2. OBJETIVO GERAL

Avaliar o desenvolvimento craniano em exemplares de *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864).

### 2.1 Objetivos específicos

- Estimar a classe etária através do grau de fusionamento das estruturas cranianas.
- Determinar a maturidade física óssea através das estruturas cranianas.
- Avaliar a variação ontogenética craniana.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1. Área de Estudo

A área de estudo deste trabalho (Figura 1) compreendeu, especificamente, o litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, que compreende uma faixa litorânea que vai do município de Tibau ( $04^{\circ}49'55.4''S$ ;  $37^{\circ}15'06.1''O$ ), na divisa com o Estado do Ceará, até o município de Touros ( $05^{\circ}12'09.5''S$ ;  $35^{\circ}18'59.7''O$ ). A área total abrange cerca de 244 Km de extensão e representa 59% do litoral do RN (Vital, 2012).

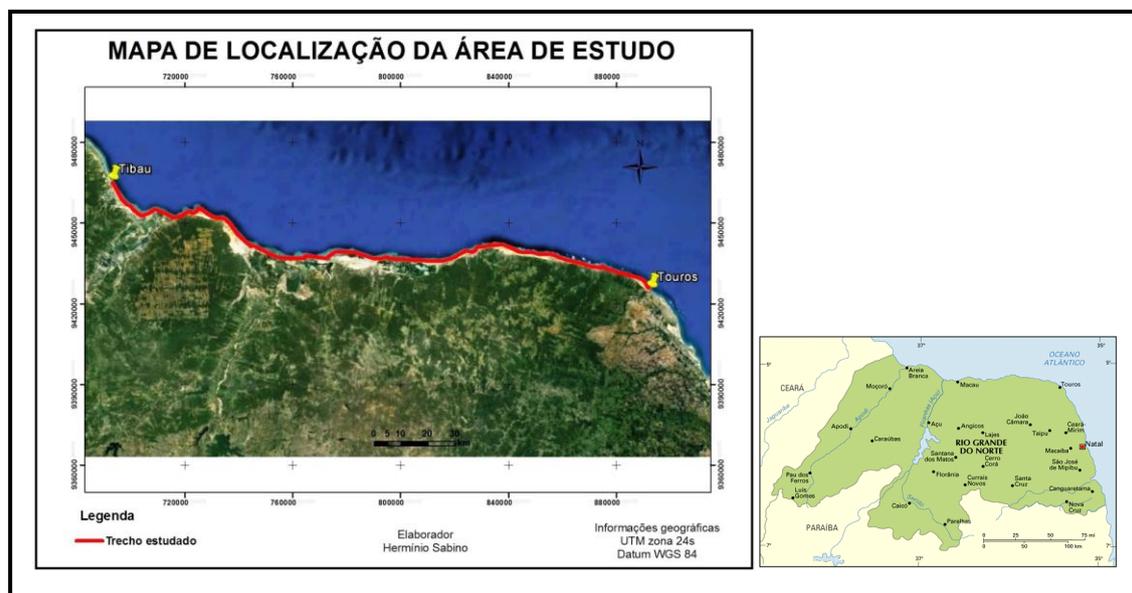


Figura 1 – Mapa da localização da área de estudo na costa setentrional no Estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil.

### 3.2. Coleta de exemplares

O referente estudo está baseado na análise de 41 crânios de exemplares de *S. guianensis*, oriundos de encalhes em praias do Litoral Setentrional do Estado do Rio Grande do Norte, no período de 2005 a 2014. Os espécimes mortos foram resgatados pela equipe do Projeto Cetáceos da Costa Branca e depositadas no acervo do Laboratório de Monitoramento de Biota Marinha do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

### 3.3. Obtenção de informações

A avaliação da variação ontogenética e determinação da maturidade física dos exemplares foi realizada através de análise de peças ósseas, de acordo com procedimentos indicados para *Sotalia* e outros delfínídeos por Ramos & Di Benedetto (2005), Fettuuccia (2006), Ramos (2001) e Barreto (2000) baseados nos padrões encontrados por Perrin (1975), adotando-se a relação entre o grau de fusão óssea, espaçamento de suturas e dados métricos das estruturas cranianas para determinação de categorias dos níveis de desenvolvimento físico do boto-cinza.

A análise dos caracteres cranianos foi realizada em 41 espécimes utilizando-se 46 caracteres métricos (Tabela 1 e Figura 2), e quatro merísticos (Tabela 2) e, 18 caracteres não métricos abrangendo suturas de elementos craniais (Tabela 3). O fusionamento das suturas cranianas foi classificado de acordo com o grau de fusão entre as estruturas ósseas vizinhas em cinco categorias, de acordo com Hoson (2009) para o grau de fusionamento em Sirenia: Estágio I – Sutura aberta; Estágio II – Sutura parcialmente fechada; Estágio III – Sutura fechada, com linha de fusionamento de fácil visualização; IV – Sutura fechada com resquícios da linha de fusionamento; V – Sutura completamente fusionada, conforme mostra a figura 3. Posteriormente as informações foram comparadas com o grau de fusionamento dos ossos do pós-crânio, hioide, esterno e coluna vertebral, naqueles exemplares que dispunham de amostras.

De acordo com o grau de fusionamento das peças ósseas, os espécimes foram selecionados dentro das seguintes classes etárias: filhote, jovem, sub-adulto, semimaturado e maturo.

Tabela 1. Lista de medidas realizadas para crânio e mandíbula de *S. guianensis*. Medidas adaptadas de Perrin (1975), Fettuccia (2006) e Barreto (2000).

<b>Medidas</b>	<b>Acrônimo</b>
1. Comprimento Condilo Basal	CONDBAS
2. Comprimento do rostro	CPROST
3. Largura do rostro na base	LGROSTB
4. Largura do rostro a 60mm	LGROST60
5. Largura do rostro na porção mediana	LGROST12
6. Largura dos pré-maxilares na porção mediana do rostro	LGPMAX12
7. Altura do rostro a 60mm	ALROST60
8. Altura do rostro na metade do comprimento do rostro	ALROST12
9. Comprimento da projeção dos pré-maxilares sobre os maxilares	PROJPMXMX
10. Distância do extremo do rostro a base das narinas (dorsal)	DTCROSNE
11. Maior largura pré-orbital	LGPREORB
12. Maior largura pós-orbital	LGPOSORB
13. Menor largura supra-orbital	LGSUPORB
14. Maior largura das narinas externas	MLNASEXT
15. Maior largura dos pré-maxilares	MLPMAX
16. Maior largura parietal da fossa temporal	LGPARIET
17. Maior comprimento da fossa temporal esquerda	CPFTEMPE
18. Maior largura da fossa temporal esquerda	LGFTEMPE
19. Largura do parietal no supra-occipital	LGPARSUPOC
20. Distância entre as articulações das narinas até a margem da crista supra-occipital	DTNARMCSOCC
21. Maior comprimento da narina externa	MCPNAREXT
22. Comprimento da narina direita	CPNARD
23. Comprimento da narina esquerda	CPNARE
24. Largura dos nasais na base da crista supra-occipital	LGNASBCSOC
25. Distância do extremo do rostro a base dos nasais internos	ROSTNASINT
26. Maior largura entre os processos posteriores zigomáticos do esquamosal	MLPOSTZIGO
27. Largura do processo posterior do pterigóide	LPPSTPTER
28. Maior comprimento do pterigóide esquerdo	MCPTERESQ
29. Maior largura do pterigóide esquerdo	MLAGPTER
30. Comprimento da série dentária maxilar esquerda	CPLDMXE
31. Comprimento da série dentária mandibular esquerdo	CLDMDE
32. Maior largura do basioccipital	MLGBASIOC
33. Comprimento da fossa mandibular esq.	CFMANDESQ
34. Comprimento da sínfise mandibular	CSINFMAND
35. Maior altura do dentário esquerdo	MALDENTESQ
36. Maior comprimento da mandíbula esquerda	MCPMDE
37. Altura da sínfise mandibular	ALSINFMD
38. Maior comprimento do basioccipital, do vômer ao côndilo occipital	MCBASIOVCO
39. Distância entre a porção anterior do pterigóide	DTANTPTER
40. Largura da órbita esquerda	LGORBESQ
41. Maior altura do forame Magnum	MALFRMAG
42. Maior largura do forame Magnum	MLGFRMAG
43. Maior altura do côndilo occipital esquerdo	MALCONDOCE
44. Maior largura do côndilo occipital esquerdo	MLGCONDOCE
45. Distância entre os 2 côndilos occipitais (na reg. ventral do f. magnum)	DTCONDOCCIP
46. Comprimento interno da caixa craniana	CPINTCXCRAN

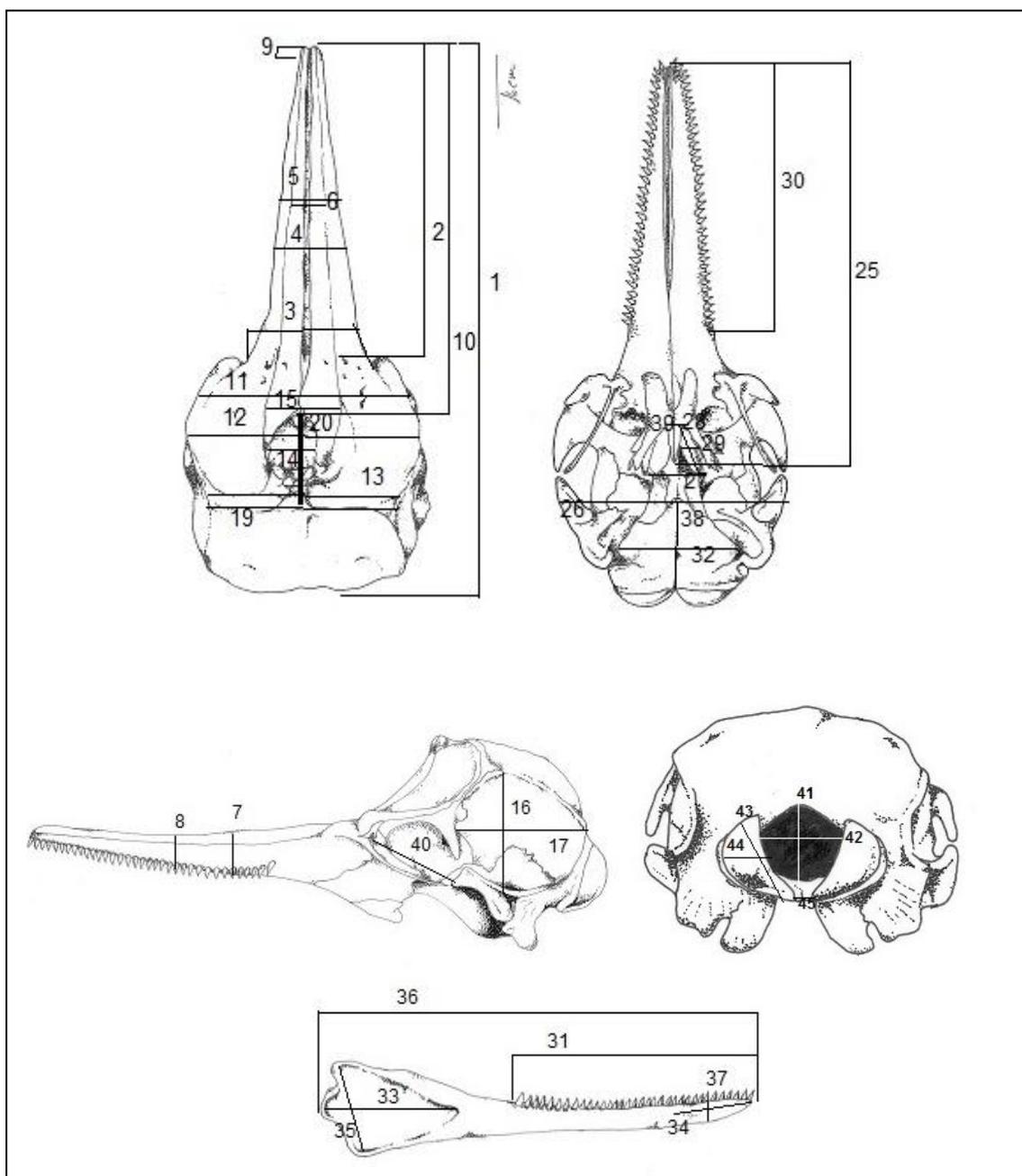


Figura 2 – Medidas osteológicas realizadas no presente estudo conforme descrição na tabela 1. Desenho de José Israel Souza.

Tabela 2. Lista de caracteres merísticos analisados no aparato alimentar de *S. guianensis* (segundo Fettuccia, 2006)

#### Medidas merísticas

- 1 – Número de alvéolos do maxilar esquerdo
- 2 – Número de alvéolos do maxilar direito
- 3 – Número de alvéolos da mandíbula esquerda
- 4 – Número de alvéolos da mandíbula direita

Tabela 3. Lista de caracteres não-métricos (Suturas Cranianas) analisados nos crânios de Boto-cinza, para a determinação de sutura diagnóstica de maturidade física.

<b>Suturas cranianas</b>	
1 – Côndilo occipital/ Exoccipital	10 – Vômer/Maxilar
2 – Supraoccipital/Interparietal	11 – Maxilar/Palatino
3 – Basisfenóide/Basioccipital	12 – Parietal/Esquamosal
4 – Exoccipital/Frontal	13 – Palatino/Pterigóide
5 – Supraoccipital/Parietal	14 – Alisfenóide/Orbitosfenóide
6 – Supraoccipital/Frontal	15 – Lâmina perpendicular/Pterigóide
7 – Parietal/Alisfenóide	16 – Ossos Suturais/Nasais
8 – Alisfenóide/Esquamosal	17 – Pré-Maxilar/Maxilar
9 – Interparietal/Ossos Suturais	18 – Pterigóide/Basioccipital

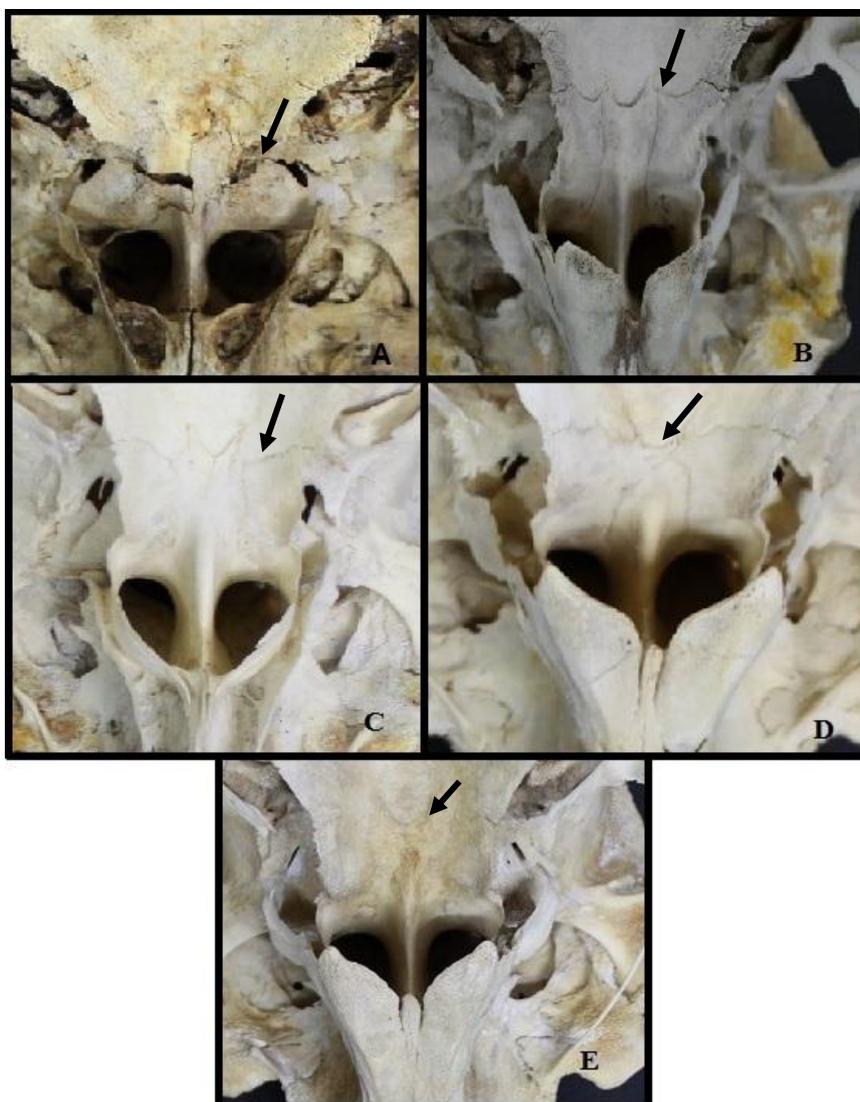


Figura 3. Níveis de suturas cranianas para determinação de maturidade física de *S. guianensis* (adaptado de Hoson, 2009). A – Sutura aberta; B – Sutura parcialmente fechada; C – Sutura fechada com fácil visualização; D – Sutura fechada com resquícios da linha de fusão; E – Sutura completamente fusionada.

Regiões cranianas que apresentavam quebras ou ausência não foram incluídas nas análises para que não ocorresse erro amostral, havendo assim variação no número amostral de cada medida. As medidas bilaterais foram sempre realizadas utilizando o lado esquerdo do crânio do animal. Todas as medidas foram realizadas com o auxílio de paquímetros digitais de 300 e 600 milímetros da marca Starret. Os dados métricos e não métricos analisados neste trabalho foram realizados por um único observador.

### **3.4. Análise estatística**

A análise dos caracteres craniométricos foi realizada com 46 medidas métricas em crânios e mandíbulas de 41 exemplares de *S. guianensis*. As medidas utilizadas foram baseadas em trabalhos de Perrin (1975) para o gênero *Stenella*, Barreto (2000) para o gênero *Tursiops* e Fettuccia (2006) para o gênero *Sotalia*. As medidas realizadas em outras espécies foram incorporadas nas medidas a serem realizadas para *S. guianensis*, a fim de, explorar outras medidas que pudessem ser relevantes para o presente estudo.

A análise estatística descritiva (mínimo, máximo, média, mediana e desvio padrão) dos caracteres morfométricos foi realizada através da ferramenta Statistic 10 após organização dos dados em planilhas via Excel 2010. Os caracteres não métricos (suturas) foram analisados na forma de porcentagem de ocorrência para as categorias das cinco classes etárias (filhote, jovem, sub-adulto, semimaturado e maturo).

As suturas cranianas consideradas diagnósticas para determinação de maturidade craniana foram relacionadas com as classes etárias via correlação de Spearman.

As variáveis foram analisadas quanto à verificação da normalidade dos caracteres craniométricos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis que apresentaram normalidade foram aplicadas o teste-F, a fim de, verificar a homogeneidade de variância, para aplicação do teste-T de Student.

Para verificar e destacar possíveis interferências relacionadas à dimorfismo sexual e variação geográfica na população analisada foi realizado o teste-T de Student e o teste ANOVA nas variáveis com distribuição normal. Os dados que não apresentaram

padrão de normalidade foram avaliados via teste de Mann-Whitney com relação ao sexo e via teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com relação à área de ocorrência.

As variáveis cranianas foram avaliadas em relação à classe etária via teste de Kruskal-Wallis para verificar possíveis variações ontogenéticas do crânio.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Suturas cranianas e Classe etária

A análise do grau de fusionamento das suturas cranianas possibilitou a identificação das suturas pterigóide/basioccipital como sutura diagnóstica e, as suturas pré-maxilar/maxilar e ossos suturais/nasais como suturas auxiliares de determinação de maturidade física craniana em *S. guianensis*.

A correlação de Spearman entre as classes etárias (filhote, juvenil, subadulto, semimaduro e maduro) e as suturas diagnósticas mostrou-se significativas ( $p < 0,05$ ), conforme mostra a Tabela 4, portanto, essas suturas apresentam padrão de fusionamento durante o desenvolvimento do animal que permite a avaliação dos exemplares da espécie nas suas diferentes classes etárias.

Tabela 4. Correlação de Spearman entre as classes etárias e as suturas diagnósticas. Correlação significativa  $p < 0,05$ .

	Cl Etária	SUTPMXMAX	SUTPTERBASOC	SUTOSUTNAS
Cl Etária		0,857267	0,895832	0,764010
SUTPMXMAX	0,857267	1,000000	0,805166	0,730694
SUTPTERBASOC	0,895832	0,805166	1,000000	0,756453
SUTOSUTNAS	0,764010	0,730694	0,756453	1,000000

Identificadas as suturas diagnósticas para maturidade craniana, posteriormente, foi realizada a determinação das classes etárias dos indivíduos. Dos 41 espécimes encalhados analisados, 12% ( $n=5$ ) foram classificados como filhotes, apresentando suturas nos níveis de fusionamento grau I para suturas pterigóide/basioccipital e ossos suturais/nasais, respectivamente, e grau de fusionamento II para pré-maxilar/maxilar.

Os indivíduos classificados como juvenis são os mais registrados em encalhes no litoral setentrional do RN, apresentando representatividade de 54% (n=22) de indivíduos. As suturas pterigóide/basioccipital e ossos suturais/nasais apresentam, respectivamente, grau de fusionamento I e II, com grau de fusionamento II e III para a sutura pré-maxilar/maxilar.

Animais subadultos compreenderam um total de 17% (n= 7) dos animais analisados. A sutura pterigóide/basioccipital apresentou variação nos níveis de fusionamento nos graus II, II e IV. As suturas pré-maxilares/maxilares com fusionamento II e III e ossos suturais/nasais com níveis de fusionamento I, II e III.

Os semimaturos correspondem 10% (n=4) dos animais analisados, com o grau de fusionamento das estruturas pterigóide/basioccipital apresentando nível IV para todos os espécimes; além de pré-maxilar/maxilar com sutura III e IV de fusionamento, e sutura dos ossos suturais/nasais fusionamento IV e V.

Os espécimes maduros exibiram um percentual de 7% (n=3) de indivíduos, apresentando nível V de fusionamento para todos os animais analisados nas suturas pterigóide/basioccipital e ossos suturais/nasais, e fusionamento IV e V para a sutura pré-maxilar/maxilar. Os indivíduos considerados maduros também apresentavam os ossos do pós-crânio totalmente fusionados.

#### **4.2. Análises Craniométricas**

A avaliação craniométrica foi realizada utilizando-se 46 caracteres métricos e quatro merísticos em 41 espécimes de animais. A amostra apresenta 17 indivíduos com identificação de sexo, sendo 47% (n=8) machos e 53% (n=9) fêmeas. Os dados de tamanho corporal em centímetros e comprimento do crânio em milímetros dos espécimes analisados encontram-se na Tabela 5.

A comparação entre as medidas cranianas de *S. guianensis*, do litoral setentrional do RN, apresentam comprimento condilobasal entre 334,70 a 374,64 mm em filhotes, 301,60 a 413,20 mm em juvenis, 372,02 a 421,19 mm em sub-adultos, 386,87 a 407,08 mm em semimaturos e 393,43 a 402,35 mm em animais adultos (Tabela 5 e Figura 4).

Tabela 5. Tamanho corporal em centímetros (cm) e comprimento condilobasal do crânio (CONDBAS) em milímetros dos exemplares de *S. guianensis* da costa setentrional do Rio Grande do Norte.

Classe Etária	Tamanho (cm) Média (mínimo-máximo)	n	CONDBAS (mm) Média (mínimo-máximo)	n
Filhote	146,5 (135,0 – 164,0)	04	351,96 (334,70 – 374,64)	05
Juvenil	179,9 (163,0 – 200,0)	12	383,60 (301,60 – 413,20)	20
Subadulto	188,8 (178,0 – 200,0)	07	398,41 (372,02 – 421,19)	07
Semi-maturo	190,0	01	394,85 (386,87 – 407,08)	03
Maturo	220,0	01	398,90 (393,43 – 402,35)	03

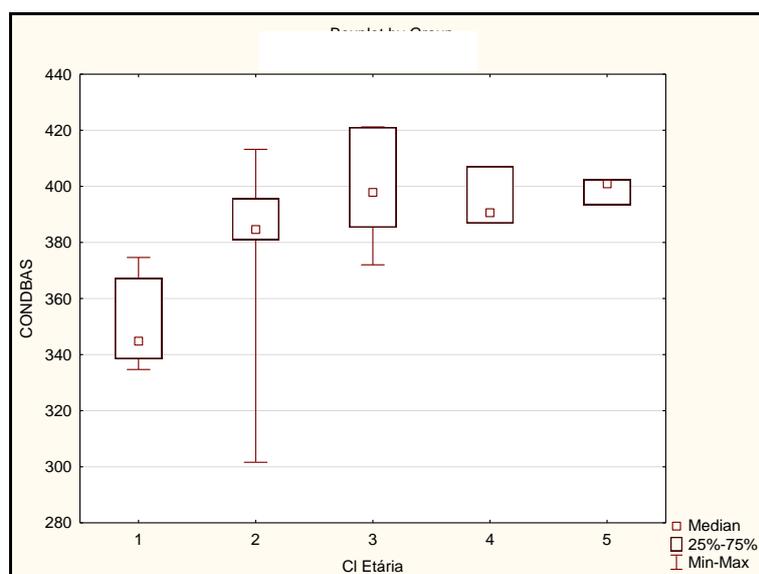


Figura 4. Gráfico mostrando a variação do comprimento condilobasal (CONDBAS) nas distintas classes etárias. Os quadrados menores correspondem à mediana; os limites da caixa representam os percentuais de 25% e 75% da amostra. As linhas com pontos representam os valores mínimos e máximos da amostra. Cl. Etária: 1=Filhote; 2=Juvenil; 3=Subadulto; 4=Semimaturo e 5=Maturo.

Todas as medidas foram avaliadas quanto a sua normalidade, média, mínimo, máximo e desvio padrão, dentro de toda a amostragem e nas diferentes classes etárias de desenvolvimento. Os valores podem ser observados na tabela 6.

As quatro variáveis merísticas que englobavam número de dentes, não apresentaram dados significativos com relação às classes etárias via Kruskal-Wallis. O número de dentes nas maxilas variou entre 26 e 36 na esquerda e de 28 a 37 na direita, sendo o valor da mediana de 34 dentes para as maxilas (n=32). O número de dentes nas mandíbulas variou de 30 a 36 na esquerda e 29 a 36 na direita, sendo o valor da mediana de 33 dentes para as mandíbulas (n=31).

Tabela 6. Valores de média, mínimo, máximo, desvio padrão e os valores do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (K-S) das medidas cranianas realizadas em exemplares de boto-cinza (*S. guianensis*) do litoral setentrional do RN.

Variável	N	Média (mm)	Mínimo	Máximo	DP (mm)	K-S (p)	
1	CONDBAS	38	384,26	301,60	421,19	23,94	0,18018 (<0,20) *
2	CPOST	34	219,19	129,72	245,35	21,44	0,23681 (<0,05) *
3	LGROSTB	41	77,38	64,71	83,83	4,28	0,14244 (>0,20)
4	LGROST60	40	57,72	49,31	63,89	3,60	0,12401 (>0,20)
5	LGROST12	39	45,19	39,02	50,56	2,70	0,07621 (>0,20)
6	LGPMAX12	41	28,76	22,21	101,00	11,74	0,40046 (<0,01) *
7	ALROST60	41	25,29	22,32	29,06	1,63	0,07728 (>0,20)
8	ALROST12	41	24,11	20,57	27,99	1,81	0,07261 (>0,20)
9	PROJPMXMX	16	7,25	1,76	11,90	2,53	0,18662 (>0,20)
10	DTCROSNEX	41	262,47	214,54	293,06	17,37	0,16681 (>0,20)
11	LGPREORB	41	145,17	125,65	157,58	6,68	0,09788 (>0,20)
12	LGPOSORB	41	158,89	101,00	175,76	11,97	0,18429 (<0,15) *
13	LGSUPORB	41	148,14	127,73	164,48	7,61	0,08759 (>0,20)
14	MLNASEXT	41	37,26	30,41	41,32	2,08	0,15662 (>0,20)
15	MLPMAX	41	59,89	52,59	65,42	3,11	0,09058 (>0,20)
16	LGPARIET	41	134,71	101,00	150,06	9,81	0,16167 (>0,20)
17	CPFTEMPE	41	77,03	63,11	101,00	7,08	0,08569 (>0,20)
18	LGFTEMPE	41	69,77	58,89	81,97	5,10	0,06742 (>0,20)
19	LGPARSUPOC	39	123,07	115,06	135,24	4,47	0,11235 (>0,20)
20	DTNARMCSOCC	41	62,06	45,93	74,59	6,76	0,10978 (>0,20)
21	MCPNAREXT	41	38,28	28,89	47,87	4,36	0,11589 (>0,20)
22	CPNARD	41	32,31	21,25	47,53	5,06	0,17708 (>0,20)
23	CPNARE	41	31,45	21,32	44,79	4,02	0,15380 (>0,20)
24	LGNASBCSOC	41	34,93	27,48	40,27	3,27	0,14092 (>0,20)
25	ROSTNASINT	41	258,59	208,50	287,05	16,65	0,10888 (>0,20)
26	MLPOSTZIGO	41	162,92	134,63	175,05	9,01	0,10526 (>0,20)
27	LPPSTPTER	27	39,18	29,22	45,75	2,93	0,15678 (>0,20)
28	MCPTERESQ	33	45,98	21,58	56,69	5,95	0,13636 (>0,20)
29	MLAGPTER	33	23,92	12,71	43,74	5,39	0,15726 (>0,20)
30	CPLDMXE	39	196,16	157,70	217,93	13,23	0,15948 (>0,20)
31	CLDMDE	32	196,84	166,36	219,21	11,24	0,10915 (>0,20)
32	MLGBASIOC	41	79,47	67,01	90,63	5,00	0,07491 (>0,20)
33	CFMANDESQ	32	107,02	96,69	117,61	5,08	0,09152 (>0,20)
34	CSINFMAND	32	69,27	47,18	82,28	7,35	0,12988 (>0,20)
35	MALDENTESQ	31	70,31	58,90	76,96	4,34	0,10990 (>0,20)
36	MCPMDE	32	331,31	284,09	360,67	16,78	0,16697 (>0,20)
37	ALSINFMD	32	15,20	12,51	17,93	1,52	0,13147 (>0,20)
38	MCBASIOVCO	41	74,67	67,72	81,61	3,25	0,09445 (>0,20)
39	DTANTPTER	28	7,67	2,95	9,89	1,70	0,14736 (>0,20)
40	LGORBESQ	41	51,09	42,81	58,86	3,44	0,11566 (>0,20)
41	MALFRMAG	41	39,60	34,11	46,13	2,91	0,08832 (>0,20)
42	MLGFRMA G	41	38,95	33,28	43,33	2,47	0,08170 (>0,20)
43	MALCONDOCE	41	48,31	42,31	54,57	3,24	0,04731 (>0,20)
44	MLGCONDOCE	40	29,68	23,22	39,28	3,41	0,07229 (>0,20)
45	DTCONDOCCIP	41	13,18	4,07	22,12	5,12	0,07969 (>0,20)
46	CPINTCXCRAN	37	108,19	96,61	117,15	4,49	0,13155 (>0,20)

\* Variáveis que não apresentaram distribuição normal

As análises estatísticas via teste t e Mann-Whitney demonstraram que as 46 variáveis de medidas métricas do crânio não apresentaram diferenças significativas entre o sexo (Macho e Fêmea) para os caracteres craniométricos ( $P > 0,05$ ). As 46 medidas craniométricas foram relacionadas com as áreas de ocorrência para identificar se a amostragem analisada apresentavam variações de população, de acordo com o teste paramétrico de ANOVA e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis não apresentaram diferenças significativas entre os espécimes analisados.

A atividade exploratória inicial realizada pelo teste ANOVA identificou que entre 42 variáveis métricas com distribuição normal, 18 medidas apresentaram variação significativa ( $p < 0,05$ ) ao longo do seu desenvolvimento, sendo elas, LGROSTB, LGROST60, LGROST12, DTCROSSEX, LGPREORB, LGSUPORB, LGPARIET, CPNARD, ROSTNASINT, MLPOSTZIGO, CLDMDE, MLGBASIOC, MALDENTESQ, MCPMDE, DTANTPTER, LGORBESQ, MALCONDOCE, MLCONDOCE (Tabela 7).

Tabela 7. Valores do teste paramétrico ANOVA para as 18 medidas cranianas com valores significativos em relação à classe etária em botos-cinza da costa setentrional potiguar (efeitos significativos  $p < 0,05$ ).

<b>Variável</b>	<b>SS Effect</b>	<b>gl Effect</b>	<b>MS Effect</b>	<b>SS Error</b>	<b>gl Erro</b>	<b>MS Erro</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
LGROSTB	494,93	16	30,93	207,32	20	10,36	2,98	0,0112
LGROST60	349,06	16	21,81	128,55	19	6,76	3,22	0,0083
LGROST12	191,76	16	11,98	75,15	19	3,95	3,03	0,0115
DTCROSSEX	8069,9	16	504,37	3492,50	20	174,62	2,888	0,0133
LGPREORB	1162,7	16	72,674	509,2	20	25,46	2,85	0,0141
LGSUPORB	1579,3	16	98,710	595,7	20	29,787	3,313	0,0063
LGPARIET	2564,3	16	160,26	962,40	20	48,12	3,33	0,0061
CPNARD	529,37	16	33,085	187,75	20	9,3876	3,52	0,0044
ROSTNASINT	6531,5	16	408,21	3675,75	20	183,76	2,22	0,0464
MLPOSTZIGO	2465,67	16	154,10	576,88	20	28,84	5,34	0,0003
CLDMDE	3112,95	15	207,53	726,56	13	55,88	3,71	0,0112
MLGBASIOC	695,37	16	43,46	175,52	20	8,77	4,95	0,0005
MALDENTESQ	443,833	15	29,5889	89,83	12	7,4861	3,9525	0,01061
MCPMDE	7165,24	15	477,68	1342,45	13	103,265	4,62	0,00422
DTANTPTER	55,117	12	4,5931	16,51	12	1,3762	3,337	0,02338
LGORBESQ	306,49	16	19,15	142,83	20	7,1413	2,68	0,01942
MALCONDOCE	233,59	16	14,59	102,03	20	5,1015	2,86	0,01400
MLGCONDOCE	278,68	15	18,578	131,59	20	6,5793	2,823	0,01588

Para as medidas que não apresentaram distribuição normal, assim como para as suturas diagnósticas foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com relação à classe etária (Gl=4), mostrando haver diferenças significativas nas medidas relacionadas, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8. Valores referentes ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com relação à classe etária (gl=4).

Var.	Variável	H	N	p	Valor significativo
6	CONDBAS	14,25932	38	0,0065	*
7	CPROST	10,86745	34	0,0281	*
11	LGPMAX12	13,61263	41	0,0086	*
17	LGPOSORB	16,31095	41	0,0026	*
56	SUTPMXMAX	34,14798	41	0,0000	*
57	SUTPTERBASOC	32,33746	41	0,0000	*
58	SUTOSUTNAS	25,34676	41	0,0000	*

A correlação de Spearman demonstrou que das 46 medidas cranianas realizadas, 30 (65,22%) apresentaram correlação com a classe etária dos indivíduos, com exceção de 16 variáveis: ALTROST60, PROJPMXMX, MLPMAX, DTNARMCSOCC, MCPNAREXT, CPNARD, CPNARE, LPPSTPTER, CFMANDESQ, ALSINFMD, DTANTPTER, MALFRMAG, MLGFRMAG, MALCONDOCE, MLGCONDOCE, DTCONDOCCIP, conforme mostra a tabela 9.

A medida craniana que apresentou maior correlação com o desenvolvimento de *S. guianensis* nas diferentes classes etárias foi a maior largura entre os processos posteriores do zigomático esquamosal (MLPOSTZIGO) (Figura 5).

Os diferentes testes estatísticos mostraram que do total de 46 medidas cranianas, 30 medidas apresentam relação com as classes etárias dos indivíduos, sendo que 22 delas apresentaram valores mais significativos em relação à variação ontogenética do crânio em *S. guianensis* do litoral setentrional do Rio Grande do Norte.

Tabela 9. - Correlação de Spearman (Classe etária x medidas cranianas). As variáveis em \* correspondem aos valores significativos ( $p < 0,05$ ).

Classe Etária x	Cl	N	Spearman R	T(N-2)	Valor de p
CONDBAS		38	0,591742	4,404333	0,000091*
CPROST		34	0,494299	3,216613	0,002965*
LGROSTB		41	0,500670	3,611995	0,000857*
LGROST60		40	0,664914	5,487614	0,000003*
LGROST12		39	0,628462	4,914615	0,000018*
LGPMAX12		41	0,422842	2,913969	0,005882*
ALROST60		41	0,266798	1,728815	0,091752
ALROST12		41	0,329927	2,182606	0,035151*
PROJPMXMX		16	0,126949	0,478874	0,639421
DTCROSSEX		41	0,396826	2,699852	0,010206*
LGPREORB		41	0,520727	3,809127	0,000482*
LGPOSORB		41	0,613156	4,847272	0,000020*
LGSUPORB		41	0,611797	4,830091	0,000021*
MLNASEXT		41	0,365534	2,452472	0,018766*
MLPMAX		41	0,215694	1,379482	0,175605
LGPARIET		41	0,525295	3,855197	0,000421*
CPFTEMPE		41	0,645294	5,275143	0,000005*
LGFTEMPE		41	0,407770	2,788920	0,008136*
LGPARSUPOC		39	0,414013	2,766587	0,008790*
DTNARMCSOCC		41	-0,038445	-0,240270	0,811380
MCPNAREXT		41	-0,033689	-0,210506	0,834368
CPNARD		41	0,029264	0,182830	0,855879
CPNARE		41	0,120385	0,757314	0,453413
LGNASBCSOC		41	0,308257	2,023607	0,049901*
ROSTNASINT		41	0,520442	3,806262	0,000486*
MLPOSTZIGO		41	0,708292	6,26598	0,000000*
LPPSTPTER		27	0,237276	1,22126	0,233381
MCPPTERESQ		33	0,573087	3,89364	0,000491*
MLAGPTER		33	0,646746	4,72126	0,000048*
CPLDMXE		39	0,419639	2,81215	0,007828*
CLDMDE		32	0,451212	2,76932	0,009541*
MLGBASIOC		41	0,629973	5,06579	0,000010*
CFMANDESQ		32	0,262974	1,49291	0,145903
CSINFMAND		32	0,359291	2,10873	0,043425*
MALDENTESQ		31	0,692753	5,17293	0,000016*
MCPMDE		32	0,567112	3,77131	0,000713*
ALSINFMD		32	0,256150	1,45142	0,157042
MCBASIOVCO		41	0,439164	3,05271	0,004071*
DTANTPTER		28	-0,275336	-1,46039	0,156163
LGORBESQ		41	0,445473	3,10733	0,003514*
MALFRMAG		41	-0,267215	-1,73173	0,091226
MLGFRMAG		41	0,292792	1,91229	0,063205
MALCONDOCE		41	0,266489	1,72666	0,092143
MLGCONDOCE		40	0,276672	1,77480	0,083942
DTCONDOCCIP		41	0,186042	1,18248	0,244176
CPINTCXCRAN		37	0,432573	2,83844	0,007497*

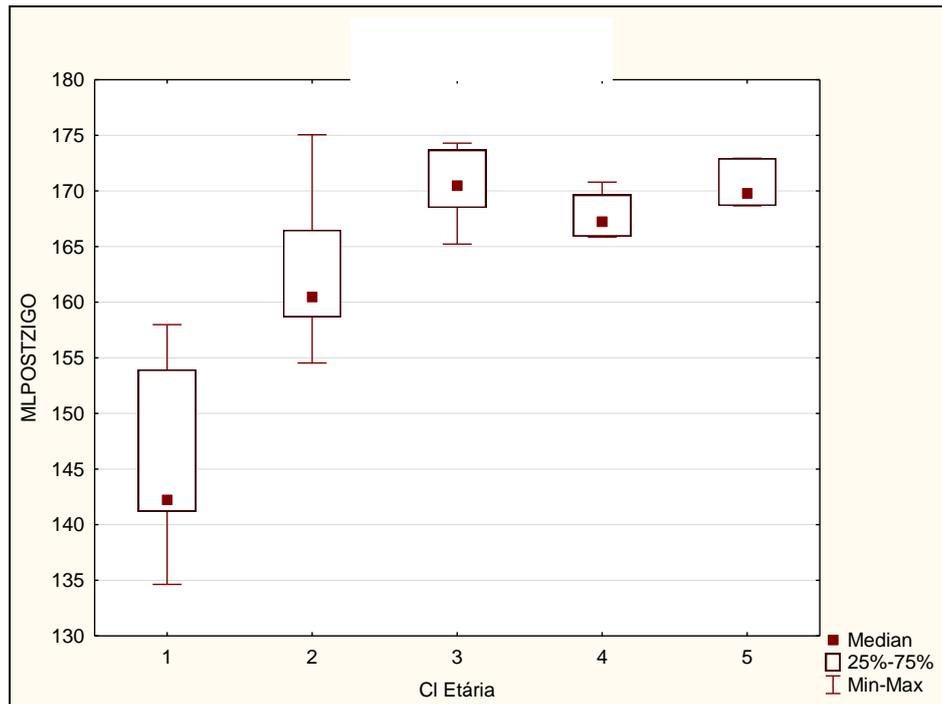


Figura 5. Variações craniométricas da maior largura entre os processos posteriores do zigomático esquamosal ao longo do desenvolvimento de *S. guianensis*. Os quadrados menores pintados correspondem à mediana; os limites da caixa representam os percentuais de 25% e 75% da amostra. As linhas correspondem os valores mínimos e máximos da amostra.

Os resultados alcançados demonstram que a população de *S. guianensis* estudada apresenta variação ontogenética nas estruturas cranianas de acordo com o desenvolvimento dos indivíduos ao longo de sua vida. Podendo o grau de fusionamento de suturas cranianas diagnósticas determinar o estágio de seu desenvolvimento por meio de classes etárias, bem como a determinação da maturidade física na espécie, sobretudo naqueles exemplares que não dispõem de ossos pós-cranianos ou dentes.

## 5. DISCUSSÃO

A caixa craniana de *S. Guianensis* é formada pela região exclusiva do crânio. Essa região é composta anteriormente pelo frontal onde se encontra sobreposta os ossos suturais e nasais. Os ossos citados se encontram fusionados à medida que o animal atinge a maioridade. No estágio filhote, essas pequenas peças ósseas se encontram desarticuladas, podendo até serem perdidas durante o processamento do esqueleto. Tal

característica das peças ósseas desarticuladas no estágio imaturo do animal, também foi relatada por Alves-Júnior e Monteiro-Neto (1999) em seu trabalho com crânios de *S. guianensis* do litoral do Ceará. Os juvenis apresentam peças ósseas desarticuladas (grau I) e articuladas (grau II), as estruturas se encontram articuladas devido ao encaixe das peças ósseas vizinhas, porém, não se encontram fusionadas ao crânio. O subadulto apresentou o mesmo padrão de desenvolvimento que o juvenil para essa estrutura, no entanto, um único indivíduo se encontrava em estágio de fusionamento III. Os espécimes classificados como semimaturo apresentam estágios IV e V de fusionamento dos ossos suturais/nasais. Os animais maduros apresentaram essas estruturas completamente fusionadas ao crânio, apresentando grau V de fusionamento.

O aparato alimentar do crânio de *S. guianensis* é constituído pelos pré-maxilares que são margeados pelos maxilares onde se estendem através da caixa craniana se sobrepondo ao frontal. O fusionamento entre os pré-maxilares e maxilares sofrem uma padronização ao longo do seu desenvolvimento. Apresentando estágio de fusionamento II, sutura parcialmente fechada, para os filhotes. O fusionamento para os juvenis ocorrem nos níveis II e III, parcialmente fechada e sutura fechada com linha de fusionamento de fácil visualização, respectivamente. Os subadultos apresentam suturas em grau II, no entanto, prevalece o fusionamento III para a maioria dos espécimes analisados. Os imaturos apresentam suturas no estágio III e IV e os maduros fisicamente apresentam suturas no estágio IV e V, sutura fechada com resquício de linha e sutura completamente fechada. Por apresentar variações no grau de fusionamento entre os indivíduos que estão em transição entre os estágios de maturidade a sutura foi diagnosticada como caractere auxiliar na determinação de maturidade física.

A estrutura maxilar e vômer, canal mesorostral orientado longitudinalmente em forma de calha que se situa anteriormente a abertura nasal e é preenchido pela cartilagem mesorostral (Flower, 1885), apresenta a mesma característica diagnosticada por Alves-Júnior e Monteiro-Neto (1999) no seu estudo com boto-cinza, onde o início de sua maturação ocorre em indivíduos com avanço de maturidade, podendo ser admitido certo atraso no fusionamento dessas estruturas. Este atraso impossibilita a caracterização dessa estrutura.

Devido à verificação da uniformidade do fusionamento ósseo durante o desenvolvimento craniano, os ossos suturais e nasais tornaram-se estruturas auxiliares na determinação de maturidade física do boto-cinza *S. guianensis*. Porém, a possibilidade de ausência destes ossos, devido à desarticulação, em crânios de exemplares imaturos, faz com que tais ossos sejam indicados para serem utilizados apenas de maneira auxiliar para determinação de maturidade física craniana.

A delimitação do teto craniano ou região dorsal está representada pela sutura frontal/supraoccipital e medialmente com os interparietais, que apresenta grau de fusionamento em momentos distintos do seu desenvolvimento. Portanto, tais estruturas não são informativas e diagnósticas para a definição da maturidade física.

Lateralmente, encontram-se as suturas das estruturas temporais compostas pelo parietal, crista temporal e esquamosal. Nos indivíduos filhotes e jovens, a região temporal é notadamente convexa ou inflada e não está delimitada por uma crista temporal. Nos animais subadultos, semimaduros e maduros esta região passa de circular a oval, com maior dimensão antero-posterior no mesmo sentido do eixo do crânio, e possui uma crista temporal bem marcada (Simões-Lopes, 2006). As suturas supraoccipital/parietal e parietal/esquamosal não apresentaram resultados significativos para o diagnóstico de maturação física.

Na região ventral, se observa as estruturas dos palatinos que participam na abertura dos nasais. Posteriormente ao palatino estão localizados os pterigóides, ossos irregulares que possuem um processo hamular inflado e bastante frágil (Simões-Lopes, 2006). A sutura palatino/pterigóides se apresentou parcialmente fusionada mesmo em indivíduos subadultos e semimaduros. Tal resultado apresenta uma discordância com o trabalho de Alves-Júnior e Monteiro-Neto (1999) que relatou essas estruturas como diagnósticas para a identificação de maturidade física. Uma investigação com maior número de espécimes nessa categoria de *S. guianensis* seria necessária para avaliar o uso desta sutura como diagnóstica para maturidade física craniana.

Em posição posterior as estruturas dos pterigóides, encontram-se os ossos basiesfenóide, basioccipital, alisfenóide e orbitosfenóide. As suturas basiesfenóide/basioccipital sofrem fusionamento já no estágio neonato do seu desenvolvimento. Como citado em Simões-Lopes (2006), o basiesfenóide funde-se

primeiro ao basioccipital e depois ao pré-esfenóide. Esta última linha sutural ainda pode ser visualizada em alguns exemplares neonatos.

O fusionamento das suturas alisfenóide/orbitosfenóide ocorre em momentos diferenciados no estágio de desenvolvimento. Entre essas estruturas está o forâmen lacerado anterior por onde saem os ramos dos nervos: óptico, oculomotor, troclear, oftálmico e abducens (Rommel, 1990).

A região lateral do basicrânio está compreendida pelas suturas parietal/alisfenóide e a alisfenóide/esquamosal, onde a primeira sutura apresentou fusionamento avançado, sendo registrada fusão em indivíduos imaturos. Entretanto a sutura alisfenóide/esquamosal apresentou um fusionamento retardado, quando comparada com o fusionamento da sutura parietal/alisfenóide. Ambas as suturas não apresentaram regularidade no fusionamento de acordo com o desenvolvimento dos indivíduos.

A região posterior do crânio compreende os ossos que participam da formação do *forâmen magnum*. A parte superior do *forâmen* está compreendida pelo osso do supraoccipital, que se funde ainda quando o exemplar é bem jovem, sendo somente possível a observação do fusionamento da sutura em neonatos (SIMÕES-LOPES, 2006), conforme foi observado nos espécimes analisados da região setentrional do RN. Os exoccipitais apresentam durante o seu desenvolvimento rápido fusionamento, sendo visualizados apenas fenestras que desaparecem ainda no estágio precoce de desenvolvimento. Sendo este estado observado nos exemplares em estágio imaturo de desenvolvimento.

A sutura Pterigóide/Basisfenóide está localizada na região ventral do crânio, margeada pelo hiato craniano, esquamosal, alisfenóide, orbitosfenóide e palatino. Tal sutura apresenta nos indivíduos classificados como filhote ossos soltos (estágio I), os juvenis apresentaram ossos soltos ou parcialmente fusionados (estágio I e II, respectivamente), subadultos suturas nos estágios III e IV, enquanto os semimatuross apresentaram estágio IV e a classe maturo apresentou o estado de fusionamento completo, respectivo ao estágio V para todos os espécimes analisados.

As suturas dos Ossos suturais/Nasais e Pré-Maxilar/Maxilar juntamente com Pterigóide/Basioccipital foram às últimas a fundirem nos crânios dos exemplares de *S. guianensis* do litoral setentrional do Estado do Rio Grande do Norte. A sutura

Pterigóide/Basioccipital foi caracterizada como diagnóstica para a determinação da maturidade física craniana. Alves-Júnior e Monteiro-Neto (1999) ao realizar a caracterização morfológica e morfométrica de *S. guianensis* no litoral do Ceará também a classificou como estrutura que indica o avanço de idade do animal conforme seu nível de ossificação.

O comprimento condilobasal em *S. guianensis* apresentou média de 398,90 mm em animais adultos no presente estudo. Os exemplares marinhos adultos do trabalho de Fettuccia (2006) das amostras do Ceará e Santa Catarina apresentaram comprimento condilobasal com média inferior aos exemplares do RN, variando de 365,0 a 419,0 mm.

Os exemplares analisados que continham a descrição do sexo foram avaliados para investigar se as amostras analisadas apresentariam dimorfismo sexual. De acordo com as análises craniométricas do boto-cinza não apresentam dimorfismo sexual. O mesmo padrão foi encontrado por Borobia (1989), Ramos (1997) e Fettuccia (2006).

Os espécimes mais frequentes, no presente trabalho, correspondem à classe etária juvenil. Mostrando que os animais em início de maturação são os mais vulneráveis ao encalhe. A alta mortalidade de juvenis dentro de uma população pode ocasionar um desequilíbrio na estrutura do grupo, uma vez que esses indivíduos não alcançaram a maturidade sexual (HOHN et al., 1996). A mortalidade direcionada em uma única classe de indivíduos de *S. guianensis* tende a afetar a estabilidade destas populações no litoral sententrional do Rio Grande do Norte-RN.

As variáveis cranianas significativas para a determinação da classe etária em *S. guianensis* foram: maior largura entre os processos posteriores do zigomático esquamosal (MLPOSTZIGO), maior altura do dentário esquerdo (MALDENTESQ), largura do rostró a 60mm (LGROST60), maior largura do pterigóide esquerdo (MLAGPTER), maior comprimento da fossa temporal esquerda (CPFTEMPE), maior largura do basioccipital (MLGBASIOC), largura do rostró na porção mediana (LGROST12), maior largura pós-orbital (LGPOSORB) e menor largura supra-orbital (LGSUPORB).

Até o momento são inexistentes estudos craniométricos para identificar categorias etárias em *S. guianensis*. No entanto nos estudos realizados por Fettuccia

(2006) para diferenciação das espécies marinha e fluvial, as medidas de maior largura entre os processos posteriores do zigomático e de maior largura pós-orbital estavam como variáveis cranianas mais informativas para distinção das espécies. Borobia (1989) também identificou a medida largura pós-orbital como diagnóstica para separação das espécies do gênero *Sotalia*.

Os crânios da espécie *S. guianensis* analisados nesse presente estudo apresentam um padrão de desenvolvimento na maioria das medidas craniométricas. Os dados encontrados, nesse estudo, apesar de apresentar número amostral pequeno para as categorias semimaduros e maduros, permitem identificar com segurança, através do crânio, a categoria etária que os espécimes encaixados se encontram.

## 6. CONCLUSÕES

Os exemplares juvenis são os mais representativos em encaixes no litoral setentrional do Rio Grande do Norte-RN, apresentando grau de fusão craniano em estágio I (sutura aberta) nos ossos suturais/nasais e estágio II (sutura parcialmente fechada) nas suturas pterigóide/basioccipital e pré-maxilar/maxilar.

As análises das suturas cranianas indicaram que é possível a determinação de classes de idade e da maturidade dos indivíduos baseada no grau de fusão de suturas diagnósticas, como a sutura pterigóide/basioccipital em botos-cinza.

Os exemplares de *S. guianensis* não apresentaram dimorfismo sexual.

## 7. REFERÊNCIAS

ALVES-JUNIOR, T. T.; MONTEIRO-NETO, C. Caracterização morfológica e morfométrica do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) da costa do estado de Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 32, p. 89-101, 1999.

ÁVILA, F. J. C.; ALVES JÚNIOR, T. T.; PARENTE, C. L.; VAZ, L. A. L.; MONTEIRO-NETO, C. 2002. Osteologia do boto-cinza, *Sotalia fluviatilis* Gervais, 1853, da Costa do Estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 35: 145-155.

ATTADEMO, F.L.N. **Diversidade de espécies e interação entre cetáceos e atividades de pesca no litoral oeste do Rio Grande do Norte**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. 2007

BARRETO, A. S. et al, Plano de ação nacional para a conservação de mamíferos aquáticos: pequenos cetáceos; organizadores Claudia Calvante Rocha-Campos, Ibsen de Gusmão Câmara, Dan Jacobs Pretto - Brasília: **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, Icmbio, 2010. 132p.

BARRETO, A. S. **Variação Craniana e Genética de *Tursiops truncatus* (Delphinidae, Cetacea) na Costa Atlântica da América do Sul**. /Tese (Doutorado) – Rio Grande do Sul. 2010.

BARROS, N. B. 1991. Recent cetacean records for southeastern Brazil. **Marine Mammal Science**, 7 (3): 296-306.

BOROBIA, M. 1989. **Distribution and morphometrics of South American dolphins of the genus *Sotalia***. Master's thesis, McDonald College of McGill University. Montreal, Canada. 81 pp.

CABALLERO, S.; TRUJILLO, F.; VIANNA, J.A.; BARRIOS-GARRIDO, H.; MONTIEL, M. G.; BELTRÁN- PEDREROS, S.; MARMONTEL, M.; SANTOS, M. C.; ROSSI-SANTOS, M.; SANTOS, F. R. & BAKER, C.S. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: species level ranking for “tucuxi” (*Sotalia fluviatilis*) and “costero” (*Sotalia guianensis*) dolphins. **Marine Mammal Science**, 23 (2): 358-386.2007.

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

CREMER, M. J.; SIMÕES-LOPES, P. C.; PIRES, J. S. R. 2004. Interações entre aves marinhas e *Sotalia guianensis* (P. J. van Bénédén, 1864), na Baía da Babitonga, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, 6(1): 103-114.

CUNHA, H.A.; da SILVA, V. M. F.; LAILSON-BRITO Jr., J.; SANTOS, M. C. O.; FLORES, P. A. C.; MARTIN, A. R.; AZEVEDO, A. F.; FRAGOSO, A. B. L.; ZANELATTO, R. C. & SOLÉ-CAVA, A.M. Riverine and marine ecotypes of *Sotalia* dolphins are different species. **Marine Biology**. 147: 1432- 1793. 2005.

DI BENEDETTO, A.; RAMOS, R. 2001. Biologia e Conservação de Pequenos Cetáceos no Norte do estado do Rio de Janeiro. **Série Ciências Ambientais**, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos de Goytacazes, R.J. 94pp.

DUIGNAN, P. J.; HOUSE, C.; GERACI, J. R.; EARLY, G.; COPLAND, H. G.; WALSH, M. T.; BOSSART, G. D.; CRAY, C.; SADOVE, S.; ST. AUBIN, D.J. 1995. Morbillivirus infection in two species of pilot whales (*Globicephala* sp.) from the western Atlantic. **Mar. Mamm. Sci.**, 11(2): 150-162.

FETTUCCIA, D. C. **Comparação osteológica nas espécies do gênero *Sotalia* Gray, 1866 no Brasil (Cetacea, Delphinidae)**/ Dissertação (mestrado) - INPA/UFAM, Manaus, XV, 107f., 2006.

FETTUCCIA, D.C. & SIMÕES-LOPES, P.C. Morfologia da coluna vertebral do boto-cinza, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae). **Biotemas**, n.17, p.125-148, 2003.

FETTUCCIA, D. C.; DA SILVA, V. M. F. & SIMÕES-LOPES, P. C. Non-metric characters in two species of *Sotalia* (Gray, 1866) (Cetacea, Delphinidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, p. 907-917, 2009.

FLORES, P. A. C. 1999. Preliminary results of a photo identification study of the marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in Southern Brazil. **Marine Mammal Science**, 15(3): 840-847.

FLOWER, W. H. 1885. **An Introduction to the Osteology of the Mammalia**. 3ed. Maccmillan&Co. London, England. 344pp.

FRAGOSO, A.B.L.; SILVA, F.J.L. et al., Diversidade de espécies de mamíferos marinhos encalhados no litoral oeste do Estado do Rio Grande do Norte. **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Zoologia**, 2012.

GERACI, J. R. & LOUNSBURY, V. J. 1993. Marine Mammal Ashore: A field guide for stradings. **Texas A & M University Sea Grant College Program**, Galveston, TX. 305pp.

HOFMAN, R. J. 1991. History, goals, and anchievements of the regional marine mammal stranding networks in the United States. **Marine Mammal Stradings**, p.7-15.

HOHN, A. A., SCOTH, M. D., WELLS, R. S., SWEENEY, J. C., IRVINE, A. B. (1989) Growth layers in teeth from known age, free-ranging bottlenose dolphins. **Mar. MammalSci.**, 5 (4): 315-342.

HOFLING, E. 1995. **Chordata: Manual para um curso prático**. Ed. Universidade de São Paulo, SP. 240pp.

HOSON, O.; KAWADA, S.; ODA, S. 2009. Ossification Patterns of Cranial Sutures in the Florida Manatee (*Trichechus manatus latirostris*) (Sirenia, Trichechidae). **Aquatic Mammals**, 35(1), 72-81.

IBAMA 2001. **Mamíferos aquáticos do Brasil: plano de ação-versão II**. Brasília: Edições IBAMA. 96 p.

IUCN. 1991. **The IUNC red data book: Dolphins, porpoises and whales of the world**. Switzerland:International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 429p.

IWC (1980) Report of the workshop on determination age of Odontocete Cetaceans. International Whaling Commission, La Jolla, 1978. **Rep. Int. Whal. Commn**, Cambridge, 3: 1-50.

JEFFERSON, T.A.; LEATHERWOOD, S.; WEBBER, M.A. 1993**Marine mammals of the world: FAO species identification guide**. Rome: FAO/UNEP, 320p.

- MEDEIROS, P.I.A.P. 2006. **Encalhes de Cetáceos ocorridos no período de 1984 a 2005 no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- MIRANDA-RIBEIRO, A. 1936. Notas Osteológicas 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. & DOS REIS, S. F. 2002. Skull shape and size divergence in the dolphins of the genus *Sotalia*: A tridimensional morphometric analysis. **Journal of Mammalogy**, 83 (1): 125-134.
- PERRIN, W. F., Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern Tropical Pacific and Hawaii. **Bull. Scripps Inst. Oceanogr.**, v. 21, p. 1-206, 1975.
- RAMOS, R.M.A., DI BENEDITTO, A. P. M. e LIMA, N. R. W. Relationship between dental morphology, sex, body length and age in *Pontoporiablainvillei* and *Sotaliafluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 60:283-290, 2000a.
- RAMOS, R. M. A., DI BENEDITTO, A. P. M. e LIMA, N. R. W. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brasil. **Aquatic Mammals**, 26.1, p. 65-75, 2000b.
- RAMOS, R. M. A. & DI BENEDITTO, A. P. M., **Guia para estudo de cetáceos: Métodos para determinação de idade em cetáceos odontocetos**. Editora da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, v. 3, 38 p., 2005.
- RICE, D. W. 1998. Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution. **The Society for Marine Mammalogy, Special Publication**, 4: 231pp.
- ROSAS, F. W.; BARRETO, A. S.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. 2003. **Age and growth of the estuarine dolphin (*Sotaliaguianensis*) (Cetacea, Delphinidae) on the Paraná coast, southern Brazil**. *Fishery Bulletin*, 101(2): 377-383.
- SANTOS, M. C. O.; ACUÑA, L. B.; ROSSO, S. 2001. Insights on site fidelity and calving intervals of the marine tucuxi dolphin (*S. fluviatilis*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 81: 3839.1 – 3839.4.
- SCHMIEGELOW, J. M. M. 1990. **Estudo 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 *Sotaliafluviatilis* (Gervais, 1853) (Delphinidae)**. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo, 149pp.
- SENA, J.F.; ALMEIDA, H.M.; NARCIZO, K.R.S.; COSTA, T.E.B.; OLIVEIRA, I.T.G.; FIRMINO, A.S.L. & SILVA, F.J.L.. Diversidade de espécies de mamíferos marinhos no litoral da Costa Branca -RN. **Anais VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Sociedade de Ecologia do Brasil**, Caxambu, 2007.

SICILIANO, S. Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal Waters of Brazil. *Rep. Int. Whal. Comm.*, Special Issue 15: 241-250, 1994..

SICILIANO, S.; MORENO, I. B.; SILVA, E. D.; ALVES, V. C. Baleias, botos e golfinhos na bacia de campos. **Série Guias de Campo: fauna marinha da bacia de campos**. Rio de Janeiro:ENSP/FIOCRUZ, 100 p. : il. Color. ; 21 cm., 2006.

SILVA, C.P.N.; VERGARA-PARENTE, J.E.; MARCONDES, M.C.C. Introdução. In:REMANE (Ed.). **Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos**. Recife:IBAMA, 2005. p. 17-23.

SILVA, F.J.L., SOUZA,C.C., YAMAMOTO, M.E., CHELLAPPA, S. & BÓ, A.L.1998. Ocorrência de mamíferos marinhos (Pequenos Cetáceos) no litoral do Rio Grande do Norte. In: **8º Reunião de Trabalhos de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul / 2º Congresso da Sociedade Latino Americana de Especialista em Mamíferos Aquáticos- SOLAMAC**. Olinda – PE.

SILVA, V. M. F.; BEST, R. C. *Sotalia fluviatilis*. **Mammalian Species**, Northampton, v. 527, p. 1-7, 1996.

SIMÕES-LOPES, P. C. 2006. Morfologia do sínclânio do boto-cinza, *Sotaliaguianensis* (P.J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae). **Revista Brasileira de Zoologia** 23 (3): 652-660.

SIMÕES-LOPES, 1987. Sobre a ampliação da distribuição do gênero *Sotalia* Gray, 1886 (Cetacea, Delphinidae) para as águas do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Anais da 2ª Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul**, Rio de Janeiro, p.87-88.

SIMÕES-LOPES, P. C. e MENEZES, M. E. 2008. **Morfologia Esqueletal**. In: Monteiro-Filho, E. L. A. e Monteiro, K. D. K. A. (Org.) *Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza*. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica.