



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

CAMILA THIESEN RIGON

O COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO DO GÊNERO *Tursiops* (CETARTIODACTYLA:
DELPHINIDAE) NO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Biologia Comparada - Morfologia
Orientador: Dr. Ignacio Benites Moreno

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2015

O COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO DO GÊNERO *Tursiops* (CETARTIODACTYLA:
DELPHINIDAE) NO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL

CAMILA THIESEN RIGON

Aprovada em ____ de _____ de _____.

Dra. Maria João Veloso da Costa Ramos Pereira

Dra. Daniela Sanfelice

Dra. Carolina Simon Gutstein

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram com este trabalho, assim como, para minha vida profissional e pessoal.

Eu não poderia começar de outra forma: dedico este trabalho à minha família, principalmente aos meus pais. Pai, Mãe obrigada por tudo, obrigada por admirarem meu trabalho e por sempre fazerem o possível e o impossível para que eu consiga seguir meus sonhos, alcancei mais um e devo isso a vocês. Amo vocês!

Gostaria de agradecer à pessoa que não mediu esforços em ajudar em tudo que precisei, que viajou comigo 6000 quilômetros de carro, visitou coleções, aprendeu a identificar espécies pelo crânio e pelas bulas (e achou o máximo!), aguentou todas minhas crises sobre o futuro incerto e acima de tudo, me mostrou que não posso carregar o mundo nas costas mas posso fazer a diferença. Obrigada por ser quem tu és, obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, obrigada por admirar meu trabalho, obrigada simplesmente por ser o melhor de todos. Tiago, te amo sempre!

Cari: obrigada por ser essa amiga para todas as horas, por me ouvir e me dar 'puxão de orelha' quando é preciso. Sou grata por tu me mostrar que o mundo pode ser um lugar melhor e podemos mudar ele, pelo menos um pouco. E não poderia faltar: Meeuuu obrigada por ter a melhor risada do mundo (sim, vou guardar aquele áudio para sempre), obrigada por me fazer ter as melhores risadas, os melhores brindes, as melhores viagens (seja num ferry boat lotado ou num barquinho abaixo de temporal), por me apresentar a melhor empada da vida, por cuidar do meu gorducho sempre com muito carinho, enfim, por seres quem tu és.

Derek: obrigada por estar ao meu lado em todos os momentos, por me ouvir, por me deixar desabafar, por sempre tentar levantar meu astral, por me dar conselhos, pelos cafés na beira da lagoa, pelas jantas, pelas discussões sobre espécies e sobre seleção natural, por me mostrar que tudo tem diversos pontos de vistas, por toda a sinceridade, tu é um irmão de coração, de verdade.

Cari e Derek, vocês sabem o quanto me ajudaram durante esse tempo de mestrado, nem preciso escrever aqui só queria dizer MUITO OBRIGADA! E eu espero ter

muitos encontros com fátima com vocês para retribuir tudo que vocês sempre fizeram por mim! Amo vocês.

Thamara: mesmo estando a um oceano inteiro de distância, obrigada por toda a força que tu sempre me destes. A saudade é grande, mas o amor e a amizade são muito maiores. Volta logo!

Meus amores da faculdade: Nanda, Lê e Pri obrigada por serem minhas grandes amigas e por me ouvirem falar e falar do mestrado mesmo nem entendendo, mas vocês me deram a certeza de que tudo daria certo.

Jana: minha companheira de luta (literalmente), obrigada por toda a ajuda, pelas risadas, pelas palavras, pela contribuição científica e por ser minha amiga.

Gabi: minha companheira de mestrado, com as mesmas dúvidas, inquietudes e incertezas. Finalmente terminamos esta etapa, será? hahaha. Obrigada pelas conversas e por tudo, tamo junto!

Yuri: meu companheiro de projeto, queria te agradecer, pois foi tu que me ajudou a ser esta pessoa mais positiva. Viu só como a carinha de confiança deu certo? Sério, muito obrigada!

Caio: por sempre ouvir minhas dúvidas, pelas discussões sobre espécie, taxonomia, ciência, etc... e por me mostrar um pensamento crítico, com certeza fostes muito importante na construção do meu conhecimento. Muito obrigada!

Gostaria de agradecer a todos meus colegas de laboratório (Laboratório de Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos Marinhos – LABSMAR), pela amizade, companheirismo, discussões, risadas e cafés: Babi, Caio, Dands, Derek, Elisa, Gabi, Guilherme, Jana, Ka, Nathalia, Paola, Rodrigo, Sil, Sophie, Vanessa e Yuri. Cada um da sua forma conquistou meu coração, vocês são demais!

Ig, meu orientador e amigo, por confiar em mim, por me dar toda a liberdade para desenvolver este trabalho, por todo auxílio prestado e pelas discussões taxonômicas e filosóficas, com certeza fostes muito importante para meu crescimento, muito obrigada!

Aos membros da banca: obrigada por aceitarem meu convite para avaliar meu trabalho, tenho certeza que contribuirão muito para meu crescimento.

Sou grata a todos os pesquisadores que me receberam nas coleções, e dedicaram seu tempo para conversar (trocar ideias) comigo: Camila Domit (LEC), Marta Cremer (UNIVILLE), Paulo César Simões-Lopes (UFSC), Janaína Wickert (GEMARS), Eduardo Secchi e Lilia Fidelix (LTMM), Paula Laporta (Coleção Particular), Enrique Gonzales (MNHN) David Flores e Sérgio Lucero (MACN), Diego Rodriguez e Agustina Mandiola (UNMDP), Enrique Crespo e Nestor Garcia (LAMAMA).

À Karina Amaral pelo mapa.

À Cetacean Society International pelo auxílio financeiro para visitar as coleções da Argentina e do Uruguai.

Ao CECLIMAR/IB/UFRGS pelo espaço cedido para realização deste mestrado.

Por último, mas nunca menos importante, aos meus companheiros mais sinceros e amorosos: Aspirina, Alanis, Darwin, Lucy, Xuxa, e Toby, especialmente aquele que estive ao meu lado todos os dias: Molly!

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em forma de artigo científico e contém três capítulos. O primeiro e o último capítulo são exigências do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFRGS (Resolução 23/2009) e trata-se de capítulos introdutório e conclusivo, respectivamente.

O periódico escolhido para publicação da dissertação foi *Marine Mammal Science* (Qualis A2). O capítulo II foi redigido segundo as normas que constam nas instruções para os autores do periódico (Apêndice 3), exceto as figuras que se encontram inseridas no decorrer do texto para facilitar a leitura do trabalho.

A linguagem da dissertação ainda encontra-se em português, aguardando as correções da banca examinadora para posteriormente ser traduzida para o inglês.

SUMÁRIO

RESUMO	3
CAPÍTULO I	4
ADAPTAÇÃO PARA A VIDA AQUÁTICA - O OUVIDO DOS GOLFINHOS: GÊNERO <i>Tursiops</i> Gervais, 1955 E O COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO	
CAPÍTULO INTRODUTÓRIO	5
Gênero <i>Tursiops</i>	5
Complexo tímpano-periótico em Cetacea	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO II	20
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO DO GÊNERO <i>Tursiops</i> (CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE) NO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL	
RESUMO	21
INTRODUÇÃO	22
MATERIAL E MÉTODOS	24
Descrição morfológica.....	24
Morfometria	24
Análises estatísticas	25
RESULTADOS	27
Dimorfismo sexual	27
Diferença ontogenética e crescimento	28
Simetria bilateral	29
Descrição morfológica	29
Morfotipo <i>truncatus</i>	30
Morfotipo <i>gephyreus</i>	31
Morfometria:	35
Análises univariadas	35
Análises multivariadas	36
DISCUSSÃO	40
Dimorfismo sexual:	40
Simetria bilateral:	41
Diferença ontogenética e crescimento	42

Caracterização morfológica:	44
TABELAS	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
CAPÍTULO III	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS	
CONCLUSÕES GERAIS	69
RECOMENDAÇÕES E ESTUDOS FUTUROS	70
APÊNDICE 1	71
APÊNDICE 2	72
APÊNDICE 3	73

RESUMO

Os golfinhos do gênero *Tursiops* distribuem-se em zonas tropicais e temperadas de todos os oceanos. No Oceano Atlântico Sul Ocidental (ASO) distribuem-se do estado do Pará, Brasil até a Província de Chubut, Argentina. Historicamente, o *status* taxonômico do gênero é bastante confuso e de difícil resolução. Muitas espécies para o gênero *Tursiops* já foram descritas, porém, atualmente existem três espécies reconhecidas: *Tursiops aduncus*, *Tursiops australis* e *Tursiops truncatus*. Estudos recentes sugerem a existência da espécie *Tursiops gephyreus* Lahille 1908 para o Atlântico Sul. Neste estudo, apresentamos a caracterização morfológica dos complexos tímpano-periótico de espécimes do gênero *Tursiops* ocorrentes no Sul do Brasil, Uruguai e Argentina.

CAPÍTULO I

**ADAPTAÇÃO PARA A VIDA AQUÁTICA - O OUVIDO DOS GOLFINHOS:
GÊNERO *Tursiops* Gervais, 1955
E O
COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO**



Ilustração de *Tursiops truncatus* – Fonte: Henry Willian Dewhurst, 1834 The Natural History of the Order Cetacea, and the Oceanic Inhabitants of the Artic Regions.

“Meus pés anseiam pela areia quente da beira do mar.
Meus pés anseiam pelo toque suave das ondas do mar.
Meus pés anseiam pelo caminho aonde a vida vai me levar.”

Sandra Bernadete Thiesen

CAPÍTULO INTRODUTÓRIO

Os mamíferos marinhos evoluíram independentemente em quatro clados: pinípedes (lobos-marinhos, focas, elefantes-marinhos), cetáceos (baleias e golfinhos), sirênios (peixe-boi e dugongo) e os extintos desmostílios. A sistemática desses mamíferos marinhos é alvo de investigação e vários agrupamentos parafiléticos aguardam solução (Rice, 2009).

Os *taxa* Cetacea e Artiodactyla (mamíferos ungulados com número par de dedos nas patas) eram considerados grupos monofiléticos distintos e categorizados como ordens, porém, estudos morfológicos e moleculares designaram o agrupamento desses *taxa* em uma única ordem denominada Cetartiodactyla (Montgelard *et al.* 1997, Geisler and Uhen, 2003). A infraordem Cetacea divide-se em duas superfamílias diferenciadas principalmente pela forma do aparato alimentar, os Mysticeti, que apresentam estruturas de queratina no palato, chamadas de cerdas bucais e que são utilizadas para a filtração, e os Odontoceti, que apresentam dentes para apreender o alimento (Perrin *et al.* 2009).

1.1 Gênero *Tursiops* Gervais, 1955

Os golfinhos do gênero *Tursiops* Gervais, 1955, (Figura 1) pertencem à família Delphinidae, a qual é a mais numerosa e diversa entre a superfamília Odontoceti, com aproximadamente 35 espécies reconhecidas dispostas em 19 gêneros (LeDuc 2009). São conhecidos popularmente como golfinhos-nariz-de-garrafa ou botos (Sanches 1989, Rice 1998). São facilmente reconhecidos pela sua aparência, possuindo tamanho médio, corpo robusto, nadadeira dorsal moderadamente falcada, rostro curto e uma demarcação bem diferenciada entre o melão e o rostro. Sua coloração pode variar de cinza a preta no dorso e nas laterais do corpo, com o ventre claro (Wells and Scott 1999). Indivíduos adultos medem de 2,5 a 4 metros de comprimento total e apresentam massa corporal em torno de 350 a 400 kg, podendo variar de acordo com a localização geográfica (Read *et al.* 1993, Wells and Scott 1999, 2002, Siciliano *et al.* 2006). A maturidade sexual é

atingida geralmente com 10 anos de idade, sendo que podem viver aproximadamente 45 anos (Bastida *et al.* 2007, Wells and Scott 2009).

O gênero possui distribuição cosmopolita em áreas tropicais e temperadas nos oceanos Pacífico, Atlântico e Índico. Ocorre também em mares internos como o Mar Negro, Mar Vermelho e estuários como a Lagoa dos Patos e Barra do Rio Tramandaí, no sul do Brasil (Simões-Lopes and Fabian 1999, Wells and Scott 1999, Fruet *et al.* 2011). No Atlântico Sul Ocidental distribui-se desde o norte do Brasil, até a Província de Chubut na Argentina (Siciliano *et al.* 2006), com alguns registros para a Terra do Fogo (Goodall *et al.* 2011). Ao longo dessa distribuição, forma pequenas populações residentes associadas a estuários e ilhas costeiras e oceânicas (Bastida *et al.* 2007, Moreno *et al.* 2009).



Figura 1: Golfinhos do gênero *Tursiops* no litoral do Rio de Janeiro, Brasil.

O golfinho-nariz-de-garrafa é o delfínídeo mais conhecido e, embora existam diversos estudos sobre comportamento, ecolocalização, fisiologia e estrutura social, há escassez de estudos taxonômicos e sua taxonomia ainda

permanece confusa e de difícil resolução (Rice 1998). Variações no tamanho, coloração e de características cranianas associadas à alimentação contribuíram para a descrição de mais de vinte espécies utilizando diversos gêneros e epítetos específicos, como: *Delphinus nesarnack* Lacépède 1804, *Delphinus truncatus* Montagu 1821, *Delphinus compressicauda* Lesson 1828, *Delphinus aduncus* Ehrenberg 1833, *Delphinus hamatus* Wiegmann 1841, *Delphinus abusalam* Rüppell 1842, *Delphinus eurynome* Gray 1846, *Delphinus metis* Gray 1846, *Tursiops catalania* Gray 1862, *Delphinus erebenuus* Cope 1865, *Delphinus gadamu* Owen 1866, *Delphinus cymodoce* Burmeister 1867, *Tursiops gilli* Dall 1873, *Delphinus caerulescens* Gigliori 1874, *Delphinus parvimanus* Lütken 1887, *Steno perniger* Blanford 1891, *Tursiops fergusonii* Lydeker 1903, *Tursiops gephyreus* Lahille 1908, *Tursiops dawsonii* Lydeker 1909, *Tursiops nuuanu* Andrews 1911 e *Tursiops maugeanus* Iredale and Troughton 1934 (Hershkovitz 1966, Rice 1998, Wells and Scott 1999, 2009).

As descrições de novas espécies foram frequentemente realizadas sem considerar possíveis variações individuais e ontogenéticas, apenas com base em pequenas variações ou a partir da observação de estruturas incompletas (Leboeuf and Castello 1981). A espécie *Delphinus nesarnack* foi descrita anteriormente a *Delphinus truncatus*, porém seu nome não foi muito utilizado desde sua introdução em 1804. Por outro lado, *D. truncatus* foi amplamente utilizado nos últimos séculos e quase que exclusivamente para se referir aos golfinhos-nariz-de-garrafa. Em 1986 o epíteto *nesarnack* foi suprimido pela Comissão Internacional de Nomenclatura Zoológica e *Tursiops truncatus* foi mantido como *nomen conservandum* (Hershkovitz 1966, Rice 1984, Tubbs 1986).

Hershkovitz em 1966 publicou uma revisão nomenclatural dos cetáceos, onde reconhece como válida as espécies *Tursiops gilli* e *T. truncatus*, essa última dividida nas subespécies *T. truncatus truncatus* e *T. truncatus aduncus*. O autor também ressaltou a urgência da revisão taxonômica do gênero. Posteriormente, uma visão mais conservadora foi adotada e muitas espécies foram sinonimizadas, sendo admitida apenas uma espécie politípica, *Tursiops truncatus* (Montagu 1821), voltando-se a recomendar uma revisão do gênero (Ross 1977 Jefferson *et al.* 1993, Wells and Scott 1999).

No ano 2000, a espécie *T. aduncus* (Ehrenberg 1833), antes considerada um sinônimo júnior de *T. truncatus*, foi redescrita, baseada em dados morfológicos e moleculares (DNA mitocondrial). A espécie é restrita a águas costeiras da região Indo-Pacífica e possui comprimento total menor que *T. truncatus*, rostró mais longo e pintas ventrais quando adulto (Wang 1999, Wang *et al.* 1999, Wang *et al.* 2000a, Wang *et al.* 2000b).

Recentemente, foi proposta uma nova espécie para o gênero, *Tursiops australis* (Charlton-Robb *et al.* 2011), considerando dados moleculares (DNA mitocondrial), caracteres morfológicos cranianos e externos. Essa nova espécie fora anteriormente descrita como *T. maugeanus*, a qual posteriormente tornou-se sinônimo de *T. truncatus*. É restrita a águas costeiras do sudeste e sul da Austrália e possui comprimento total menor que *T. truncatus* e maior que *T. aduncus*, apresenta tri-coloração: cinza escuro no dorso, cinza claro na linha média e coloração clara ventralmente (Charlton-Robb *et al.* 2011). Entretanto, a comunidade científica vem tratando com resistência o reconhecimento dessa nova espécie (Committee on Taxonomy 2014).

Para o Atlântico Sul Ocidental ainda existem incertezas taxonômicas a respeito do número de espécies do gênero. Barreto (2000) propôs inicialmente a existência de duas formas geográficas (variação latitudinal) de *T. truncatus* sendo denominada uma 'forma norte' e outra 'forma sul'. O autor baseou-se na morfologia de sincrânios de espécimes do Brasil, Uruguai e Argentina e analisou a variação no material genético (DNA mitocondrial) de alguns espécimes. Sugere que a forma norte habite águas mais quentes, sob influência da Corrente do Brasil e a forma sul habite águas mais frias, influenciadas pela Corrente das Malvinas e a zona de Transição Subtropical seria uma possível área de contato entre as duas formas.

Barreto (2000) atribuiu à subespécie *Tursiops truncatus gephyreus* à forma sul, ocorrendo do sul de Santa Catarina no Brasil ao norte da Argentina e que apresenta comprimento craniano maior. Para a forma norte, habitando águas ao norte de Santa Catarina, permaneceu a espécie *T. truncatus truncatus*, com comprimento craniano menor. A área de simpatria das duas formas se estenderia de Santa Catarina ao litoral norte do Rio Grande do Sul. A classificação da forma sul

como sendo *T. truncatus gephyreus* foi fundamentada na descrição da espécie *Tursiops gephyreus* Lahille 1908. (Barreto and Beaumord 2002, Barreto 2010).

A espécie *Tursiops gephyreus* (Lahille 1908) foi descrita baseada em apenas dois exemplares (um macho e uma fêmea) do Rio de la Plata. Apesar da descrição de *T. gephyreus* diagnosticar bem o grupo de animais vivente no Sul da América do Sul, Lahille não expôs suficientemente algumas características, sendo pouco descritivas e/ou difíceis de serem interpretadas. Posteriormente o epíteto caiu no desuso, tornando-se um sinônimo júnior de *T. truncatus* (Hershkovitz 1966, Rice 1998, Barreto 2000).

Wickert (2013) avaliou a morfologia e morfometria dos espécimes de *Tursiops* spp. na costa do Atlântico Sul Ocidental, onde realizou a revisão do *status* taxonômico e diagnosticou caracteres nos espécimes de *Tursiops* ocorrentes no Brasil, Uruguai e Argentina. Até o momento, duas espécies são facilmente distinguíveis por caracteres morfológicos cranianos e contagem vertebral. Assim, o estudo propôs a revalidação da espécie *T. gephyreus* Lahille, 1908 para os animais ocorrentes entre a porção norte do Estado do Paraná, Brasil (25,60^oS; 48,38^oW) e a Província de Chubut, Argentina (43,33^oS; 65,05^oW). O trabalho sugere ainda que *T. gephyreus* tenha área de contato com *T. truncatus* entre o litoral norte do Paraná e o Município de Tavares no Rio Grande do Sul, Brasil (31,3584^oS; 51,0394^oW).

Nesse sentido, de acordo com a proposta de Barreto (2006) duas espécies de *Tursiops* deveriam ser reconhecidas no Sul do Brasil. Entretanto, devido à falta de estudos mais robustos publicados (*e.g.* Wickert *et al.* in prep.) e a outros aspectos que precisam melhor ser estudados as duas espécies do Atlântico Sul Ocidental ainda não são amplamente aceitas até o presente momento.

O gênero apresenta grandes variações morfológicas, genéticas e comportamentais ao longo de sua distribuição geográfica (Wells and Scott 2009). Em onde a taxonomia de *Tursiops* foi estudada, observou-se a existência de dois ecótipos, sendo um costeiro e outro oceânico (Duffield *et al.* 1983, Waerebeek *et al.* 1990, Hersh and Duffield 1990, Mead and Potter 1990, 1995, Corrales 2003, Natoli *et al.* 2004). As variações observadas entre as formas costeiras e oceânicas de *Tursiops* indicam haver uma exploração de recursos diferenciada entre os diferentes habitats. A forma costeira pode alimentar-se de vários tipos de peixes e

invertebrados que habitam essa zona, enquanto a forma oceânica alimenta-se principalmente de peixes epipelágicos e cefalópodes (Wells and Scott 2009).

A determinação da espécie de *Tursiops*, cujos hábitos são costeiro/estuarinos é extremamente importante do ponto de vista da conservação, uma vez que é amplamente aceito que a degradação do habitat e os altos níveis de captura acidental em redes de pesca representam um forte ameaça para espécies costeiras (Siciliano 1994, Fruet *et al.* 2011). Em 2014, ocorreu a revisão da lista de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul, de acordo com os critérios da IUCN. Nessa lista, duas subpopulações de *T. truncatus* foram consideradas, uma população oceânica, representada por animais que habitam águas além da plataforma continental e outra que habita a zona costeira. Entretanto, não foi definido o status taxonômico de nenhuma das populações que de fato podem se tratar de espécies diferentes caso cada uma delas represente os indivíduos de *T. truncatus* e *T. gephyreus* respectivamente. Devido à alta pressão antrópica e ao declínio da qualidade do habitat, a população costeira foi categorizada como vulnerável (Decreto 51.797 de 8 de setembro de 2014).

1.2 Complexo tímpano-periótico em Cetacea

Os cetáceos passaram por diversos tipos de adaptações, uma vez que se tornou necessário ouvir embaixo da água e a densidade desse fluido é muito maior que a do ar, o ouvido desse grupo de animais sofreu diversas conformações. Sua massa tornou-se maior, a rigidez aumentou e os movimentos tornaram-se menores, resultando em uma melhor transmissão do som no ambiente aquático (Van Heel 1962).

A morfologia do ouvido dos cetáceos é radicalmente diferente dos demais mamíferos quanto a sua aparência, construção e associação ao crânio (Purves 1966, Nummela *et al.* 1990a,b). Não apresentam pavilhão auditivo externo e o meato que atravessa a camada de gordura, é parcialmente ocluso (Ketten 2000). Diferentemente dos outros mamíferos, que possuem ouvido médio e interno inseridos no crânio, nos cetáceos estão inseridos no complexo ósseo tímpano-periótico, ligado ao crânio através de cartilagem, tecido conectivo e adiposo (Fraser and Purves 1960, McCormick *et al.* 1970). Precisamente, esses ossos estão alojados

abaixo do hiato craniano (Simões-Lopes 2006). Em todos os outros mamíferos, os ossos em torno dos diferentes órgãos auditivos se encaixam aos outros ossos do crânio (Slijper 1962).

Nos cetáceos, o complexo está inserido no interior de uma cavidade denominada peribular e ambos cercados por seios aéreos. A cavidade peribular em odontocetos é grande em proporção ao corpo, diferentemente de mysticetos (Purves 1966, Oelschläger 1986, Ketten 1992). A extensão do seio peribular é mais desenvolvida em espécies de rios e costeiras, e pouco desenvolvida em espécies de mysticetos pelágicos, o que implica em maior relação com isolamento acústico do que com estresse (Oelschläger 1986). Em odontocetos a cavidade alargada e vascularizada pode ajudar no isolamento acústico do ouvido, que é um requisito para a ecolocalização (Ketten 1992).

O ouvido médio é composto por bulas, que abrigam o ouvido interno. A bula timpânica é um osso em forma de concha circundante, muito inchada e alargada da cavidade timpânica, o que lhe confere uma aparência de bexiga, por isto recebe esse nome. As bulas consistem em uma parede medial e uma lateral que se juntaram ventralmente e posteriormente, mas são separadas dorsalmente pela cavidade timpânica (Slijper 1962, Purves 1966). A bula está situada na parte posterior do crânio, posicionada ventro-lateralmente em relação ao mesmo, e em odontocetos encontra-se perto da articulação entre a mandíbula e o crânio (Ketten 1997).

O complexo ósseo tímpano-periótico é composto por dois componentes distintos o timpânico e o periótico. O periótico é um osso de substituição, enquanto o timpânico é um osso de revestimento, ambos estão ligados por uma sinostose podendo ser separados com facilidade (Purves 1966, Simões-Lopes 2006). O osso periótico é posicionado dorsalmente à bula timpânica e apresenta um delicado processo ósseo ao esquamosal (Mead and Fordyce 2009).

O osso timpânico forma a bula auditiva, também chamada de bula timpânica, a qual abriga a cavidade do ouvido médio onde os ossículos estão situados. A lateral da bula timpânica é muito fina e a parte medial é mais robusta e é chamada de invólucro (Nummela 2008). Os ossículos são robustos, frouxamente unidos e totalmente móveis (Ketten 1994). O martelo é fusionado ao osso timpânico enquanto os outros não são fundidos em ossos (Ketten 2000). Apesar da

sua estrutura robusta, os ossículos de cetáceos são relativamente pequenos, particularmente o estribo cuja área de superfície é apenas um trigésimo do tímpano. Por outro lado, a alavanca do martelo é muito grande, devido a isso o estribo é feito para vibrar com 30 vezes mais intensidade do que os mamíferos terrestres. A explicação para isto é que a pressão das ondas sonoras é muito maior, e a amplitude muito menor, na água do que no ar (Ketten 1992).

O complexo tímpano-periótico já foi utilizado em estudos para demonstrar as transformações morfológicas em relação à origem e evolução dos cetáceos (*e.g.* Kasuya 1973, Oelschläger 1986, Luo and Marsh 1996). Estudos taxonômicos e morfológicos do complexo tímpano-periótico já foram realizados com espécies fósseis e recentes e uma ampla variação foi descrita (Kasuya 1973). Além disso, análise desses ossos foram utilizadas para explicar a diversificação morfológica em Odontoceti (Kasuya, 1973, Muizon, 1987, Fordyce and Barnes 1994, Kurihara and Oda 2007, Morell *et al.* 2007, Arcoverde *et al.* 2013) e Mysticeti (Geisler and Luo 1996, Bisconti 2009).

A sistemática morfológica dos odontocetos é baseada principalmente no esqueleto e características externas, porém estes sistemas estabeleceram adaptações especiais para a acústica subaquática e sofreram particularidades morfológicas, sendo então a morfologia do complexo tímpano-periótico uma peça útil na taxonomia dos Odontoceti (Kasuya 1973). No estudo de Kasuya (1973), a morfologia dos ossos tímpano-periótico entre diversas espécies de odontocetos foi comparada, e foram encontradas várias particularidades morfológicas que são comuns a vários *taxa*. Essas particularidades são consideradas resultado da evolução, revelando o processo de especialização que ocorreu na história evolutiva dos Odontoceti.

Diferenças nos sons, habitats, comportamento e tamanho, particularmente entre odontocetos, implicam na variação da anatomia do sistema auditivo e conseqüentemente, na capacidade auditiva (Ketten 1997). Os chamados golfinhos de rio utilizam a frequência de cerca de 100 kHz (banda estreita) para realizar a ecolocalização, já os golfinhos oceânicos utilizam frequência bimodal de picos que variam de 40 a 140 kHz. As diferenças de ecolocalização sugerem que os sistemas sensoriais, responsáveis por detectar essas distintas frequências de som, devem ser diferentes, apesar de avaliações quantitativas do sistema auditivo de cetáceos

permanecem escassas e taxonomicamente subamostrados (Gutstein *et al.* 2014). Gutstein *et al.* (2014), verificou que há correspondência entre morfologia óssea do ouvido, acústica de ecolocalização e tipo de ambiente em odontocetos (*e.g.* ambientes marinhos, costeiros e água doce).

Portanto, a análise do complexo tímpano-periótico quanto à sua morfologia e morfometria, apesar de negligenciado em estudos taxonômicos e de variação geográfica, pode ser uma ferramenta importante no reconhecimento de variações inter e intraespecífica. Recentemente, foram realizados estudos de caracteres morfológicos e morfométricos do sincrânio do gênero *Tursiops* no Atlântico Sul Ocidental. Deste modo, torna-se importante a análise do complexo tímpano-periótico do gênero *Tursiops* para a região, assim como a diferenciação dessa estrutura nas duas formas recentemente reconhecidas. Isto posto, o presente estudo tem como objetivo a descrição e identificação, através de uma análise comparativa, das estruturas que constituem o complexo tímpano-periótico do gênero *Tursiops* no Atlântico Sul Ocidental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arcoverde, D. L., R. Emin-Lima, A. F. Costa, *et al.* 2013. Evaluation of periotic-timpanic bone complex of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) as tool in identification of geographic variations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 1-6.

Barreto, A. S. 2000. Variação Craniana e Genética de *Tursiops truncatus* (Delphinidae, Cetacea) na Costa Atlântica da América do Sul. Tese Doutorado em Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande, Rio Grande, Brasil 122 pp.

Barreto, A. S. and A.C. Beaumord. 2002. Sobreposição de nicho em subespécies de *Tursiops* no litoral Atlântico da América do Sul. *Notas Técnicas FACIMAR* 6:121-125.

Barreto, A. S. 2006. *Tursiops* in Atlantic South America: is *Tursiops gephyreus* a valid species?

Bastida, R., D. Rodríguez, E. Secchi and V. D. Silva. 2007. Mamíferos Marinos de Sudamérica Antártida. Buenos Aires, AR. 345 pp.

Bisconti, M. 2009. Morphology and postnatal growth trajectory of Rorqual Petrosal. *Italian Journal of Zoology* 68:87-93.

Charlton-Robb, K., L.-A. Gershwin, R. Thompson, J. Austin, K. Owen and S. Mckechnie. 2011. A New Dolphin Species, the Burrunan Dolphin *Tursiops australis* sp. nov., Endemic to Southern Australian Coastal Waters. *Plosone* 6.

Committee on Taxonomy. 2014. List of marine mammal species and subspecies. Society for Marine Mammalogy, www.marinemammalscience.org, consulta em (10 de agosto de 2015).

Corrales, L. A. S. 2003 Diferencias craneales entre las poblaciones costera y oceánica de *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) “Delfin nariz de botella” en el mar peruano. *Graduação em biologia, Universidade Ricardo Palma*. 81 pp.

Duffield, D. A., S. H. Ridgway and L. H. Cornell. 1983. Hematology distinguishes coastal and offshore forms of dolphins (*Tursiops*). *Canadian Journal of Zoology* 61:930-933.

Fordyce R. E. and L. G. Barnes. 1994. The evolutionary history of whales and dolphins. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences* 22:419-455.

Fraser, F. C. and P. E. Purves. 1960. Hearing in cetaceans. *Bulletin British Museum (Natural History)* 7:3-140.

Fruet, P. F., E. R. Secchi, J. C. Di Tullio and P. G. Kinas. 2011. Abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae), inhabiting the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: Implications for conservation. *Zoologia* 28:23-30.

Geisler, J. H. and M. D. Uhen. 2003 Morphological support for a close relationship between hippos and whales. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 23(4):991–996.

Goodall, R. N. P., M. C. Marchesi, L. E. Pimper, E. Dellabianca, L. G. Benegas, M. A. Torres and L. Ricciardelli. 2011. Southernmost records of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Polar Biology* 34:1085–1090.

Gutstein, C. S., C. P. Figueroa-Bravo, N. D. Pyenson, R. E. Yury-Yañez, M. A. Cozzuol and M. Canals. 2014. High frequency echolocation, ear morphology, and the marine–freshwater transition: A comparative study of extant and extinct toothed whales. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 400:62-74.

Hersh, S. L. and D. A. Duffield. 1990. Distinction between Northwest Atlantic Offshore and Coastal Bottlenose Dolphins Based on Hemoglobin Profile and Morphometry. Pages 129-139 in S. Leatherwood and R. R. Reeves, eds. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, CA.

Hershkovitz, P. 1966. Catalog of living whales. Smithsonian Institution, US National Museum Bulletin 246:1–259.

Jefferson, T. A., S. Leatherwood and M. A. Webber. 1993. FAO species identification guide. Marine mammals of the world. Roma, FAO. 320pp.

Kasuya, T. (1973). Systematic consideration of recent toothed whales based on the morphology of tympanoperiotic bone. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 25:1-103.

Ketten, D. R. 1992. The cetacean ear: form, frequency, and evolution. Pages 54–75 in J. Thomas *et al.* eds. *Marine Mammal Sensory Systems*. Plenum Press, New York, NY.

Ketten, D. R. 1994. Functional Analyses of Whale Ears: Adaptations for Underwater Hearing. *I.E.E.E Proceedings in Underwater Acoustics* I:264 - 270.

- Ketten, D. R., 1997. Structure and function in whale ears. *Bioacoustics* 8:103-135.
- Ketten, D. R. 2000. Cetacean ears. Pages 4-108 *in* W. W. L. Au, A. N Popper, R. R. Fay. *Hearing by whales and dolphins*. Springer-Verlag, New York, NY.
- Kurihara, N. and S. Oda. 2007. Cranial variation in bottlenose dolphins *Tursiops* spp. from the Indian and western Pacific Oceans: additional evidence for two species. *Acta Theriologica* 52:403–418.
- Leboeuf, A. M. and H. P. Castello. 1981. Seminário: Consideraciones taxonômicas acerca de la tonina, *Tursiops* (Cetacea, Delphinidae) del Atântico Sudoccidental.
- LeDuc, R. 2009. Delphinids, overview. Pages 298-302 *in* W.F Perrin, B. Wursig, J. G. M Thewissen. *Encyclopedia of marine mammals*. 2nd ed. Academic Press. San Diego, CA.
- Luo, Z., and K. Marsh. 1996. Petrosal (Periotic) and Inner Ear of a Pliocene Kogiine Whale (Kogiinae, Odontoceti): Implications on Relationships and Hearing Evolution of Toothed Whales. *Journal of Vertebrate Paleontology* 2:328-348.
- McCormick, J. G., E. G. Wever, J. Palin and S. H. Ridgway. 1970. Sound conduction in the dolphin ear. *Journal Acoustical Society of America* 48:1418-1428.
- Mead, J. G. and C. W. Potter. 1990. Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic coast of the United States. Pages 165-195 *in* S. Leatherwood and R. R. Reeves eds. *The Bottlenose Dolphin* . Academic Press, San Diego, CA.
- Mead, J. G. and C. W. Potter. 1995. Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off the Atlantic coast of North America morphologic and ecologic onsiderations. *IBI Reports* 5:31-44.
- Mead, J.G. and R. E. Fordyce. 2009. *The Therian Skull: A Lexicon with Emphasis on the Odontocetes*. Smithsonian contribution zoology. 627pp.
- Montgelard, C., F. F. M. Catzejfis and E. Douzeryt. 1997. Phylogenetic Relationships of Artiodactyls and Cetaceans as Deduced from the Comparison of Cytochrome b and 12s rRNA Mitochondrial Sequences. *Molecular Biology and Evolution* 14:550-559.
- Morell, M., E. Degollada, M. van der Schaar *et al.* 2007. Comparative morphometry of odontocete ears through computerized tomography. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87:69–76.

Moreno, I. B., P. H. Ott, M. Tavares, L. R. D. Oliveira, D. Danilewicz, S. Siciliano and S. L. Bonnato. 2009. Os cetáceos com ênfase no golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). Pages 348 in D. D. L. Viana ed. *O Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica*. SECIRM, Brasília.

Muizon, C. de. 1987. The Affinities of *Notocetus vanbenedeni*, na Eearly Miocene Platanistoid (Cetacea, Mammalia) from Patagonia, Southern Argentina. *American Museum of Natural History, New York, NY*. 2904:1-27.

Natoli, A., V. M. Peddemors and A. R. Hoelzel. 2004. Population structure and speciation in the genus *Tursiops* based on microsatellite and mitochondrial DNA analyses. *Journal of Evolutionary Biology* 17:363-375.

Nummela, S., T. Wagar, S. Hemilä and T. Reuter. 1999a. Scaling of the cetacean middle ear. *Hearing Research* 133:71–81.

Nummela, S., T. Reuter, S. Hemilä., P. Holmberg and P. Paukku. 1999b. The anatomy of the killer whale middle ear (*Orcinus orca*). *Hearing Research* 133:61–70.

Nummela, S. 2008. Hearing: aquatic mammals. Pages 174-211 in J. G. M. Thewissen and S. Nummela, S. Sensory evolution on the threshold adaptations in secondarily aquatic vertebrates. University of California press.

Oelschläger, H. A., 1986. Tympanohyal bone in toothed whales the formation of the tympanoperiotic complex (Mammalia:Cetacea). *Journal of Morphology* 188:57-165.

Purves, P. E. 1966. Anatomy and physiology of the outer and middle ear in cetaceans. Pages 320-380 in K. S. Norris ed. *Whales, Dolphins and Porpoises*. Berkeley, University of California Press.

Perrin, W. F., B. Würsig and J. G. M. Thewissen. 2009. *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press.

Rice, D. W. 1984. *Delphinus truncatus* Montagu, 1821 (Mammalia, Cetacea): Proposed conservation by suppression of *Delphinus nesarnack* Lacépède, 1804.Z.N(S.)2082. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 41:274-275.

Rice, D. W. 1998. *Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution*. Lawrence, Society for Marine Mammalogy.

Rice, D. W. 2009. Classification (overall). Pages 234-238 in W. F. Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen eds. Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press.

Read, A. J., R. S. Wells, A. H. Hohn and M. D. Scott. 1993. Patterns of growth in wild bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. Journal of Zoology 231:107-123 .

Ross, G. J. B. 1977. The taxonomy of bottlenose dolphins *Tursiops* species in South African waters, with notes on their biology. Annals of the cape provincial museums Natural History 11:135-194.

Sanches, J. G. 1989. Nomenclatura portuguesa de organismos aquáticos. Publicações avulsas do instituto nacional de investigação das pesca 14:1-332.

Siciliano, S. 1994. Review of Small Cetaceans and Fishery Interactions in Coastal Waters of Brazil. Reports of the International Whaling Commission 241-250.

Siciliano, S., I. B. Moreno, E. D. Silva and V. C. Alves. 2006. Baleias, botos e golfinhos na Baía de Campos. ENSP/FIOCRUZ, Rio de Janeiro.

Simões-Lopes, P. C. and M. E. Fabian. 1999. Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off southern Brazil. Revista Brasileira Zoologica 16:1017-1024.

Simões-Lopes P. C. 2006. Morfologia do sínclânio do boto-cinza *Sotalia guianensis* (P.J. van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae). Revista Brasileira de Zoologia 23:652-660.

Slijper, E. J. 1962. Whales. New York. 475pp.

Tubbs, P. K. 1986. *Delphinus truncatus* Montagu, 1821 (Mammalia, Cetacea): Conserved. Bulletin of Zoological Nomenclature 43:256-257.

Van Heel, W. H. D. 1962. Sound of cetacean. Netherlands Journal of Sea Research 1:407-507.

Waerebeek, K. V., J. C. Reys, A. J. Read and J. S. Mckinnon. 1990 Preliminary observations of bottlenose dolphins from the Pacific coast of South America. Pages 143-154 in S. Leatherwood and R. R. Reeves eds. The Bottlenose dolphin. San Diego.

Wang, J. 1999. The classification of sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters. Doutorado em Filosofia, McMaster University, Ontario 116 pp.

Wang, J. Y., L.-S. Chou and B. N. White. 1999. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. *Molecular Ecology* 8:1603-1612.

Wang, J., L.-S. Chou and B. N. White. 2000a. Differences in the external morphology of two sympatric species of bottlenose dolphins (Genus *Tursiops*) in the waters of China. *Journal of Mammalogy* 81:1157-1165.

Wang, J., L. S. Chou and B. N. White. 2000b. Osteological differences between two sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters. *Journal of Zoology, London* 252:147-162.

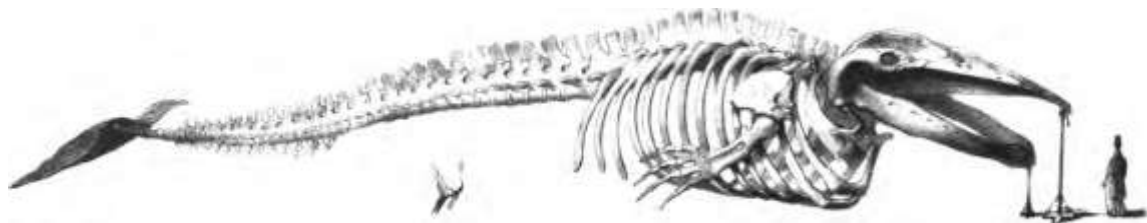
Wells, R. S. and M. D. Scott. 1999. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) Pages: 137-182 in S. H. Ridgway and R. Harrison. *Handbook of Marine*. Academic Press, San Diego, CA.

Wells, R. S. and M. D. Scott. 2009. Common Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. Pages 249 - 255 in W. F. Perrin, B. Würsig and J. G. M. Thewissen eds. *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press.

Wickert, J. C. 2013. *Tursiops* no Oceano Atlântico Sul Ocidental: Redescricao e Revalidação de *Tursiops gephyreus* Lahille 1908 (Cetartiodactyla:Delphinidae). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 75 pp.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO DO GÊNERO *Tursiops* (CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE) NO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL



Fonte: Henry Willian Dewhurst, 1832. The Natural History of the Order Cetacea, and the Oceanic Inhabitants of the Artic Regions.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento. O conhecimento é limitado. A
imaginação circunda o mundo.”

Albert Einstein

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DO COMPLEXO TÍMPANO-PERIÓTICO DO
GÊNERO *Tursiops* (CETARTIODACTYLA: DELPHINIDAE) NO ATLÂNTICO SUL
OCIDENTAL

Camila Thiesen Rigon¹ & Ignacio Benites Moreno¹²

¹Laboratório de Sistemática e Ecologia de Aves e Mamíferos Marinhos, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Bento Gonçalves, 9500. Prédio 43435, sala 206. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *E-mail: milathiesen@gmail.com

²Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Av. Tramandaí, 976. Imbé, Rio Grande do Sul, Brasil.

RESUMO

Dentro do gênero *Tursiops* (Cetartiodactyla: Delphinidae), atualmente, existem três espécies reconhecidas: *Tursiops aduncus*, *Tursiops australis* e *Tursiops truncatus*. Entretanto, estudos recentes sugerem a existência da espécie *Tursiops gephyreus* Lahille 1908 para o Atlântico Sul Ocidental. Neste estudo, apresentamos a caracterização morfológica do complexo tímpano-periótico do gênero *Tursiops* no Sul do Brasil, Uruguai e Argentina. Foram analisados 163 espécimes de golfinhos-nariz-de-garrafa. Os espécimes foram separados *a priori* em morfotipos, sendo morfotipo *truncatus* e morfotipo *gephyreus*. Foram analisados 19 caracteres métricos. O morfotipo *gephyreus* apresentou médias maiores em todas as medidas. As análises discriminantes, de componentes principais e de agrupamento hierárquico revelaram separação clara dos dois morfotipos. A descrição morfológica revelou diferenças relevantes entre os morfotipos de *Tursiops* e duas características podem ser utilizadas para a diagnose do morfotipo *gephyreus*, a protuberância coclear [termo novo] e o espinho da base do processo posterior do timpânico [termo novo]. De acordo com a morfologia da porção coclear do períótico, alguns indivíduos do morfotipo *truncatus* apresentaram uma característica distinta dos demais e sugere-se que há uma variação no morfotipo *truncatus*, sendo um indicativo que existam dois grupos dentro do morfotipo *truncatus* no litoral brasileiro. Desta forma, sugere-se esforço de pesquisa para elucidar aspectos da taxonomia, assim como da biologia, dos golfinhos-nariz-de-garrafa no Atlântico Sul Ocidental.

INTRODUÇÃO

Os golfinhos do gênero *Tursiops* possuem distribuição cosmopolita em áreas tropicais e temperadas, podendo ocorrer em zonas costeiras e/ou oceânicas (Wells and Scott 1999). No Atlântico Sul Ocidental (ASO) a presença do gênero é comum em águas costeiras, baías e estuários (Simões-Lopes and Fabian 1999, Bastida *et al.* 2007), a ocorrência em ambiente oceânico associado a ilhas também tem sido observada (Baracho *et al.* 2007, Moreno *et al.* 2009).

Embora existam diversos estudos sobre ecolocalização, fisiologia e comportamento, há escassez de estudos taxonômicos para os golfinhos-nariz-de-garrafa (Rice 1998). Devido a variações de tamanho, coloração e características morfológicas do crânio houve a descrição de pelo menos 20 espécies nominais de *Tursiops* até o início do século XIX (Hershkovitz 1966, Rice 1998). Porém todas foram sinonimizadas a *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) e até recentemente considerava-se um gênero monotípico (Ross 1977, Rice 1998).

No ano 2000, a espécie *T. aduncus* (Ehrenberg 1833) foi redescrita para as águas costeiras da região Indo-Pacífica (Wang 1999, Wang *et al.* 2000a, Wang *et al.* 2000b). Recentemente, foi proposta uma nova espécie para o gênero, *Tursiops australis* Charlton-Robb *et al.* 2011, restrita a águas costeiras do sudeste e sul da Austrália (Charlton-Robb *et al.* 2011).

No Atlântico Sul Ocidental acreditava-se existir apenas uma espécie de *Tursiops*, porém foi verificada a existência de pelo menos duas subespécies, sendo *T. truncatus truncatus* e *T. truncatus gephyreus* (Barreto 2000, Barreto and Beaumord 2002). Trabalhos mais recentes têm apontado para o reconhecimento dessas duas subespécies em duas espécies distintas: *Tursiops truncatus* e *T. gephyreus* Lahille, 1908 (Wickert 2013). Wickert (2013) avaliou a morfologia e morfometria do sincrânio de espécimes de *Tursiops* spp. na costa do Atlântico Sul Ocidental, onde realizou a revisão do *status* taxonômico e apontou caracteres morfológicos diagnósticos para os espécimes de *Tursiops* ocorrentes no Sul do Brasil, Uruguai e Argentina.

Assim, Wickert (2013) propôs a revalidação da espécie *T. gephyreus* Lahille, 1908 para os animais ocorrentes entre a porção norte do Estado do Paraná, Brasil

e a cidade de Rawson, Província de Chubut, Argentina. O trabalho sugere ainda que *T. gephyreus* ocorra em sobreposição com *T. truncatus* entre o litoral norte do Paraná e o Município de Tavares no Rio Grande do Sul, Brasil. Até o momento, essas duas espécies são facilmente distinguíveis por caracteres morfológicos cranianos e contagem vertebral. Nesse sentido, de acordo com a proposta duas espécies de *Tursiops* deveriam ser reconhecidas no Sul do Brasil. Entretanto, devido à falta da publicação dos resultados (*e.g.* Wickert *et al.* in prep.) e outros aspectos que precisam ser melhor estudados a espécie não é aceita até o presente momento.

O complexo tímpano-periótico já foi utilizado em estudos para mostrar as transformações morfológicas em relação à origem e evolução dos cetáceos (*e.g.* Kasuya 1973, Oelschläger 1986, Luo and Marsh 1996, Geisler and Sanders 2003). Estudos taxonômicos e morfológicos do complexo tímpano-periótico já foram realizados com espécies fósseis e recentes e uma grande variação é relatada (Kasuya 1973). Além disso, a análise desses ossos foram utilizadas para explicar a diversificação morfológica em Odontoceti (Kasuya, 1973, De Muizon 1987, Fordyce and Barnes 1994, Kurihara and Oda 2007, Morell *et al.* 2007, Arcoverde *et al.* 2013). A sistemática morfológica dos odontocetos é baseada principalmente no esqueleto e características externas, porém esses sistemas estabeleceram adaptações especiais para a acústica subaquática e sofreram particularidades morfológicas, sendo então a morfologia do complexo tímpano-periótico uma peça útil na taxonomia dos Odontoceti (Kasuya 1973).

Diferenças nos sons, habitats, comportamento e tamanho, particularmente entre odontocetos, implicam na variação da anatomia do sistema auditivo e conseqüentemente, na capacidade auditiva (Ketten 1997). Gutstein *et al.* (2014), verificou que há correspondência entre morfologia óssea do ouvido, acústica de ecolocalização e tipo de ambiente em odontocetos (*e.g.* ambientes marinhos, costeiros e água doce). Portanto, a análise do complexo tímpano-periótico quanto à sua morfologia e morfometria, apesar de negligenciado em estudos taxonômicos e de variação geográfica, pode ser uma ferramenta importante no reconhecimento de variações inter e intraespecíficas. Deste modo, o presente estudo tem como objetivo a descrição e identificação, através de uma análise comparativa, das

estruturas que constituem o complexo tímpano-periótico do gênero *Tursiops* no Atlântico Sul Ocidental.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de verificar a existência de variação no complexo tímpano-periótico (CTP) do gênero *Tursiops* foi realizada a caracterização morfológica através de descrição e morfometria. Os espécimes foram separados em três categorias etárias: juvenil, subadulto e adulto, conforme análise das fusões das suturas cranianas definido por Tavares *et. al.* (2010).

O material osteológico analisado neste estudo encontra-se depositado em dez coleções do Sul do Brasil, do Uruguai e da Argentina (Apêndice 1). Os indivíduos foram separados *a priori* em morfotipos, sendo eles: morfotipo *truncatus* e morfotipo *gephyreus*, de acordo com os caracteres cranianos propostos por Wickert (2013) (*e.g.* forma do processo nasal da pré-maxila direita, divisões do entalhe antero-orbital, forma da região pré-narial, forma da crista nasal dos ossos frontais, sutura incisiva da pré-maxila).

Descrição morfológica

A descrição do CTP foi baseada na análise comparativa detalhada entre os dois morfotipos, ressaltando características compartilhadas e distintas entre eles. Foram analisadas diferentes classes etárias com o objetivo de verificar variação durante o desenvolvimento ontogenético entre os morfotipos. Foi realizada uma compilação de caracteres anatômicos da literatura (Kasuya 1973, Muizon 1988, Fordyce 1994, Arnold and Heinsohn 1996, Luo and Marsh 1996, Geisler and Sanders 2003, Moreno 2008) para o auxílio da descrição. A nomenclatura e a orientação durante a descrição das estruturas dos ossos segue Mead and Fordyce (2009).

Morfometria

Foram analisados 19 caracteres métricos (Figura 1) (Tabela 1) em cada CTP, com auxílio de um paquímetro digital de 200 milímetros com precisão de 0,2 milímetros. Foi realizada análise em ambos os complexos tímpano-perióticos de cada espécime, totalizando 38 medidas para os animais que apresentavam todas as estruturas preservadas. Todas as medidas foram tomadas pelo primeiro autor a fim de evitar a variação causada por diferentes observadores (Perrin *et. al.* 2004). As medidas do complexo tímpano-periótico utilizadas neste trabalho foram previamente selecionadas da literatura (Kasuya 1973, Arcoverde *et al.* 2013). Devido à regiões danificadas e da ausência de alguma estrutura (timpânico ou periótico) houve variação no número amostral de cada medida. As variáveis que foram medidas em menor número foram aquelas relacionadas ao processo sigmoide, devido a sua fragilidade.

Análises estatísticas

A análise dos caracteres métricos de cada tímpano-periótico foi realizada utilizando métodos uni e multivariados. Primeiramente foi testada a normalidade dos dados através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Nas análises univariadas, em que se desejava verificar a existência de diferenças significativas entre as medidas dos dois grupos, empregou-se o teste T de Student para dados paramétricos. Para avaliar o grau de correlação entre o crescimento craniano e a variação do tamanho dos CPTs foram realizadas regressões lineares simples entre o comprimento côndilo-basal (CBL), e o comprimento do timpânico (CPT) e do periótico (CPP). As medidas do crânio (CBL) foram provenientes dos dados coletados por Wickert (2013), que utilizou indivíduos em comum a este trabalho. Para avaliação exploratória entre sexos, ontogenia, crescimento e simetria bilateral as análises foram realizadas por morfotipo.

Para análises multivariadas foi realizada uma análise discriminante linear (LDA), com o objetivo de separar subgrupos de indivíduos, subgrupos esses que são previamente conhecidos nos dados observados. As funções canônicas e os coeficientes geram funções capazes de separar exemplares em cada grupo e

demonstram a probabilidade onde o indivíduo estudado se encaixa. O método *stepwise* (passo-a-passo) foi utilizado para identificar as variáveis com maior influência na discriminação entre os dois morfotipos. Foi realizada também uma análise de componentes principais (PCA), para resumir a informação contida nas variáveis, eliminando as informações redundantes (Rencher 2002). Posteriormente foi realizado um agrupamento hierárquico (*Cluster*) para confirmar a existência dos grupos estabelecidos, seguido de uma análise de similaridade (ANOSIM) para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos observados. As análises foram realizadas com auxílio dos programas PAST (3.06), STATISTICA (8.0) e SPSS (18.1).

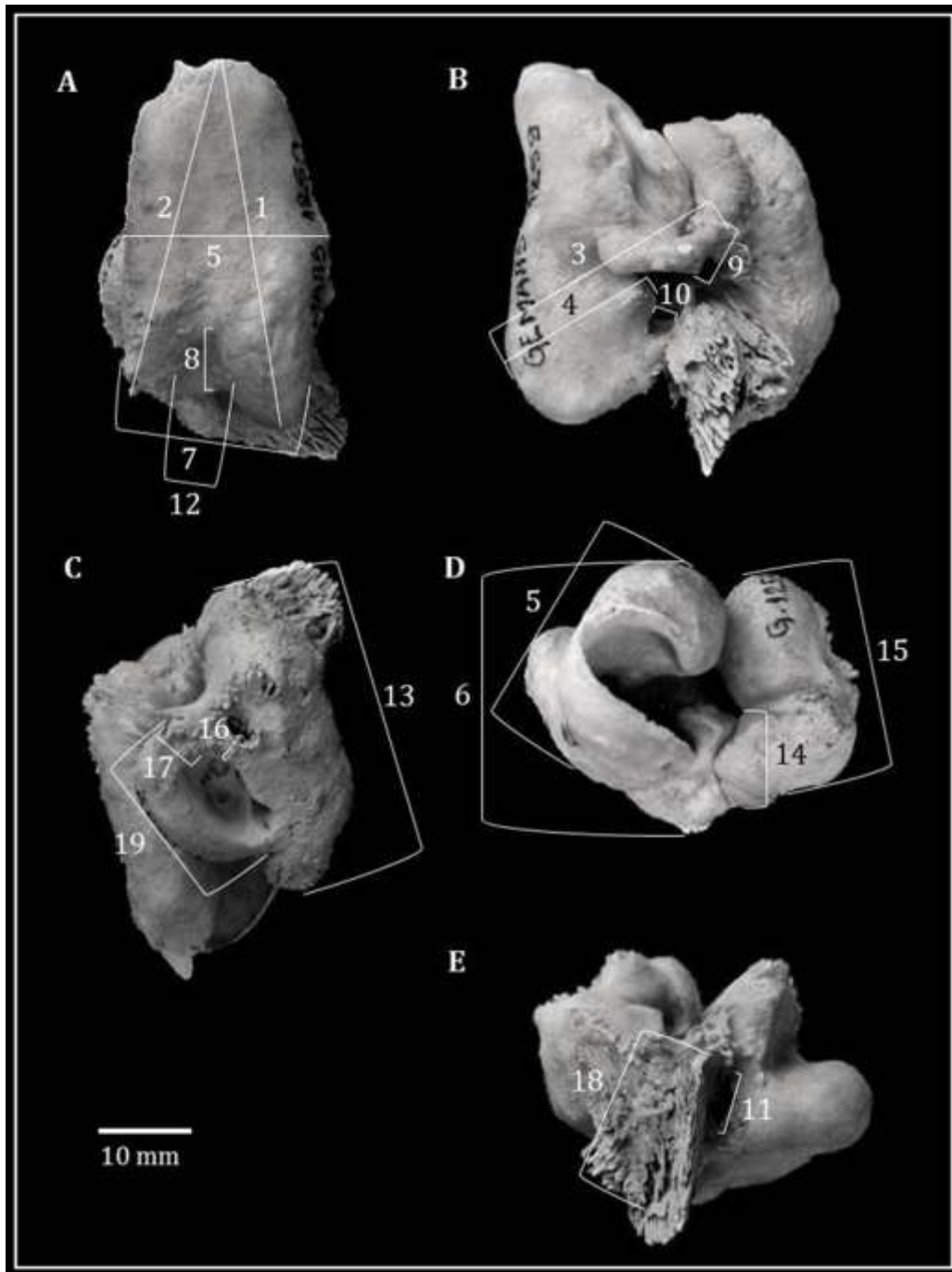


Figura 1. Medidas realizadas em cada complexo tímpano-periótico. CTP do morfotipo *gephyreus* (espécime - GEMARS 1259). Vistas: A) Ventral B) Lateral C) Dorsal D) Anterior E) Posterior. Fonte: Camila Thiesen Rigon.

RESULTADOS

Foram analisados os complexos tímpano-perióticos (CTP) de 163 espécimes de golfinho-nariz-de-garrafa, totalizando 302 CTPs, sendo 149 do lado esquerdo e 153 do lado direito. Os espécimes foram encontrados encalhados entre o estado do Paraná, Brasil e a Província de Chubut, Argentina (Figura 2). Sendo 66 morfotipos *truncatus* e 97 morfotipos *gephyreus*. No Brasil foram analisados 12 espécimes no Paraná, 44 em Santa Catarina e 87 no Rio Grande do Sul, totalizando 143 indivíduos. No Uruguai foram analisados sete espécimes e na Argentina 13 (Apêndice 2).

Dimorfismo sexual

Poucos animais apresentavam sexo determinado, o que pode ser devido ao grau de decomposição dos animais encalhados. Setenta e seis espécimes foram avaliados quanto à existência de dimorfismo sexual, sendo 48 machos e 28 fêmeas entre os dois morfotipos. Não foi encontrada diferença na morfologia entre os CTPs de machos e fêmeas. Através do teste T foi verificado que os timpânicos esquerdos do morfotipo *gephyreus* apresentaram duas medidas com diferença significativa entre os sexos: DPPI e LT ($P \leq 0,05$). Apesar disso, foi verificada ausência de dimorfismo sexual para todas as medidas do morfotipo *truncatus*, todas as medidas do morfotipo *gephyreus* dos CPTs direitos, perióticos esquerdos e as demais medidas dos timpânicos esquerdos ($P \geq 0,05$). Devido ao grau de dimorfismo sexual encontrado ser extremamente baixo, todos os espécimes foram analisados conjuntamente nas análises subsequentes.

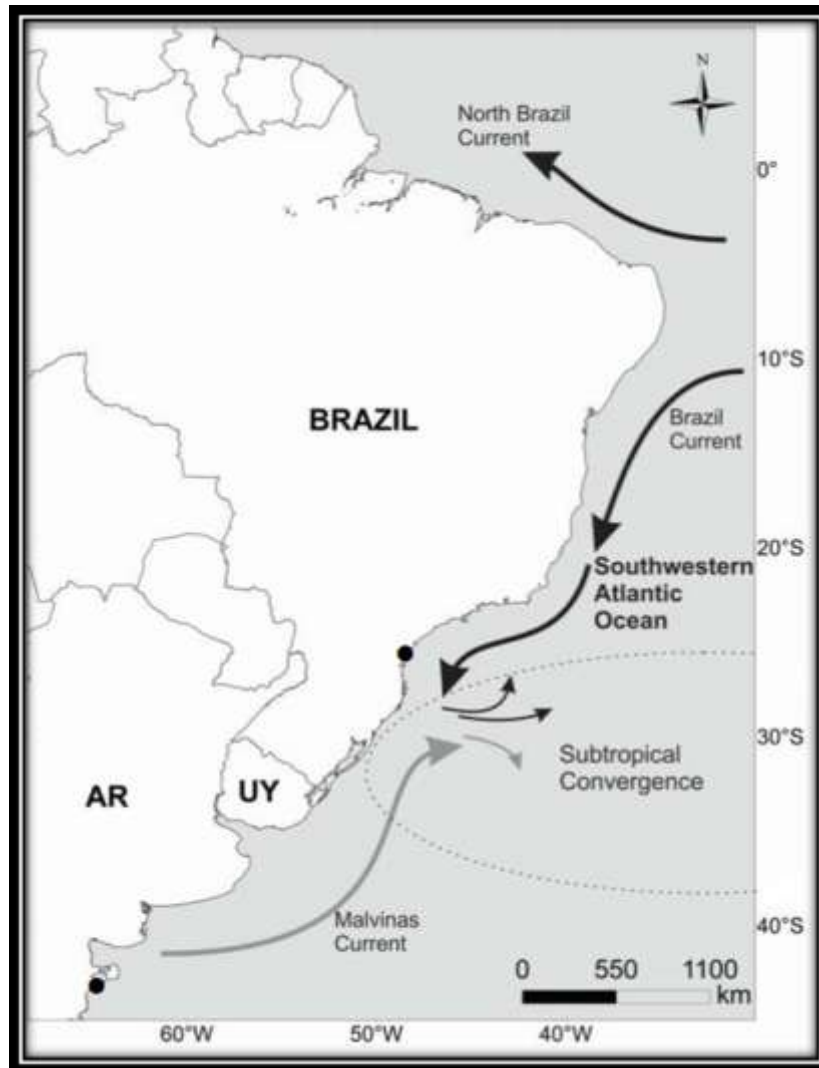


Figura 2. Área de estudo, demonstrando as principais correntes do Oceano Atlântico Sul Ocidental. Os pontos estão indicando os limites Norte e Sul da área de estudo. Modificado de Karina Bohrer do Amaral.

Diferença ontogenética e crescimento

Não foi encontrada diferença na morfologia dos CTPs nas diferentes classes etárias analisadas. Através do teste T foi verificada ausência de variação ontogenética ($P > 0,05$) em ambos os morfotipos, sendo analisados indivíduos de diferentes classes etárias conjuntamente.

Para avaliar o crescimento craniano e a variação do tamanho dos CPTs, foram utilizados 95 espécimes, sendo 27 pertencentes ao morfotipo *truncatus* e 68 ao morfotipo *gephyreus*. Nenhuma das regressões para o morfotipo *truncatus* apresentou correlação significativa ($P > 0,05$). Para o morfotipo *gephyreus*

apresentou correlação significativa entre o CBL e CPT no lado esquerdo ($r^2 = 0,2740$; $P \leq 0,001$) e no lado direito ($r^2 = 0,2107$; $P \leq 0,001$) (Figura 3) (Tabela 2).

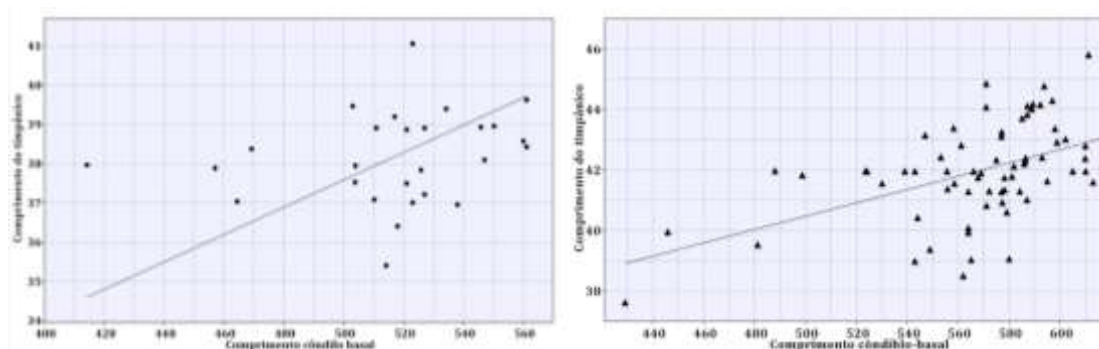


Figura 3: Gráficos comparativos entre as medidas do comprimento cãndilo basal e comprimento padrão do timpânico esquerdo. ● Morfotipo *truncatus*. ▲ Morfotipo *gephyreus*.

Simetria bilateral

Não foi verificada diferença quanto à simetria bilateral em nenhum dos caracteres métricos ($P > 0,05$). Ainda assim, as análises foram realizadas tanto nos tímpano-perióticos esquerdos quanto nos direitos.

Descrição morfológica

Os CTPs dos dois morfotipos estudados mostraram-se semelhantes, possuindo algumas variações em suas estruturas. Desta forma, a descrição completa será apresentada para o morfotipo *truncatus* e para *gephyreus* foram apontadas as variações observadas.

Morfotipo truncatus

Osso timpânico

O osso timpânico não é comprimido lateralmente e seu perfil em vista lateral apresenta borda ventral côncava. O processo posterior é projetado em direção posterolateral, sua superfície de articulação com o processo posterior do periótico é ondulada e convexa e sua faceta apresenta um comprimento maior que

a largura, conferindo uma aparência retangular em vista dorsal. Em vista posterior, o processo posterior do timpânico apresenta borda espessa.

Apresenta forâmen elíptico aberto. A espessura da proeminência posterior interna e externa são semelhantes, a primeira é saliente e apresenta pontos medialmente, a segunda apresenta uma aparência mais arredondada e inflada que a primeira, ainda, a extremidade da proeminência interna nunca ultrapassa a externa. As duas proeminências posteriores são separadas por um corte interproeminencial profundo. Apresenta espinha posterior do timpânico. Não apresenta protuberância no pedículo posterior externo.

O invólucro é arredondado e espesso dorsoventralmente. A quilha ventral é bastante desenvolvida e se estende desde a proeminência posterior interna até a margem anterior do timpânico. O sulco medial está presente e bem definido. O sulco lateral está presente, porém suave. A menor abertura timpânica é pequena e a seção posterior (septo entre o processo cônico e o pedículo posterior) é estreita (Figura 4). O processo sigmoide se estende dorso-lateralmente e sua superfície dorsal é reta ou pouco côncava. O ossículo acessório é proeminente. O cume malear é bem desenvolvido, sua borda anterior é mais conspícua que no morfotipo *gephyreus* (Figura 4). A fissura medial petrotimpânica é grande, quase sempre maior que três milímetros.

Osso periótico

O osso periótico apresenta um processo anterior em forma retangular com rugosidades. O ângulo anteroventral do processo anterior é pronunciado. O processo posterior é curvado para a direção lateral em sua porção distal, a superfície de articulação com o timpânico é ondulada e côncava. Sua faceta apresenta o comprimento maior que a largura na maioria das vezes, conferindo uma forma retangular com a margem distal levemente arredondada. O processo caudal do timpânico é longo.

A borda posterodorsal da fossa do músculo estapédio está localizado bem dorsal à borda da fenestra rotunda. Na base da abertura do aqueduto coclear pode apresentar uma projeção óssea em forma de espinho com orientação dorsal, ocorre com mais frequência do que no morfotipo *gephyreus*. Apresenta uma pequena fissura entre a fossa incudis e a abertura distal do canal facial. Em vista ventral, a

porção coclear é lisa, em 13 indivíduos apresentou uma discreta saliência (Figura 5 e 6).

O meato acústico interno encontra-se na porção medial da superfície dorsal da porção coclear. A borda medial do meato acústico interno apresenta uma protuberância bem demarcada (Figura 4). O forâmen singular está situado na área vestibular dorsal juntamente com o trato espiral cribriforme e área cribrosa (Figura 4). A crista transversa do meato acústico interno é baixa. A abertura do canal facial no meato acústico interno está posicionada anterolateralmente ao trato espiral cribriforme (Figura 4).

A crista dorsal é pouco aparente. Está presente em muitos indivíduos uma moderada tuberosidade dorsal que se situa entre a porção coclear e o processo posterior. Em vista lateral a borda dorsal pode apresentar um perfil em linha reta ou triangular.

Morfotipo gephyreus.

Osso timpânico

A faceta do processo posterior do timpânico apresenta o comprimento praticamente igual à largura, com uma aparência arredondada em vista dorsal. Em vista posterior, o processo posterior do timpânico apresenta espessura compacta, comparado ao morfotipo *truncatus*. A proeminência posterior interna apresenta-se em forma de curva arredondada e a proeminência posterior externa apresenta uma aparência mais arredondada e inflada que a primeira. A espinha posterior do timpânico é mais desenvolvida que no morfotipo *truncatus*. Pode ou não apresentar protuberância no pedículo posterior externo, quando presente ela é suave (Figura 4).

A menor abertura timpânica é maior do que no morfotipo *truncatus* e a seção posterior é larga em comparação ao morfotipo *truncatus* (Figura 4). O cume malear é bem desenvolvido e sua borda é mais suave que no morfotipo *truncatus* (Figura 4).

Em vista dorsal, a base do processo posterior apresenta uma projeção óssea em forma de espinho com orientação anterior, que pode ser grande ou pequena, nomeada de espinho da base do processo posterior [termo novo] (Figura 5). A

fissura medial petrotimpânica é sempre menor que dois milímetros, sendo considerada pequena.

Osso periótico

A faceta do processo posterior apresenta área maior que a do morfotipo *truncatus* e apresenta o comprimento quase igual à largura, conferindo uma forma quadrangular, por vezes arredondada. O processo caudal do timpânico é curto, podendo aparecer um pouco mais longo em alguns indivíduos.

A borda posterodorsal da fossa do músculo estapédio está localizada na linha da borda da fenestra rotunda. A fossa incudis geralmente está em contato com a abertura distal do canal facial, porém foram encontrados alguns indivíduos que apresentavam uma pequena fissura ou nenhum contato. Em vista ventral, a porção coclear apresenta uma protuberância bastante saliente na região central, nomeada protuberância coclear [termo novo] (Figura 5). Esta protuberância não foi descrita em *Tursiops* e nem em nenhuma espécie de Delphinidae até o presente momento.

A borda medial do meato acústico interno pode ser retilínea ou apresentar protuberância (Figura 4). O forâmen singular está situado na área vestibular dorsal juntamente com o trato espiral cribiforme e área cribrosa ou separado por um cume baixo. A crista transversa do meato acústico interno é média. A abertura do canal facial no meato acústico interno está posicionada lateralmente ao trato espiral cribiforme (Figura 4).

Algumas características descritas para os dois morfotipos podem ser avaliadas somente ao comparar os CTPs de ambos (*e.g.* a espinha posterior do timpânico em *gephyreus* é mais desenvolvida que em *truncatus*), entretanto, outras podem ser avaliadas sem necessitar de comparação (*e.g.* a forma da proeminência posterior interna) e algumas apresentam variações nos morfotipos (*e.g.* desenvolvimento do processo caudal do timpânico pode ser longo ou curto em *gephyreus*) (Tabela 4). Duas características descritas servem de diagnóstico para os morfotipos e não necessitam da comparação entre eles (Figura 5B, 5D).

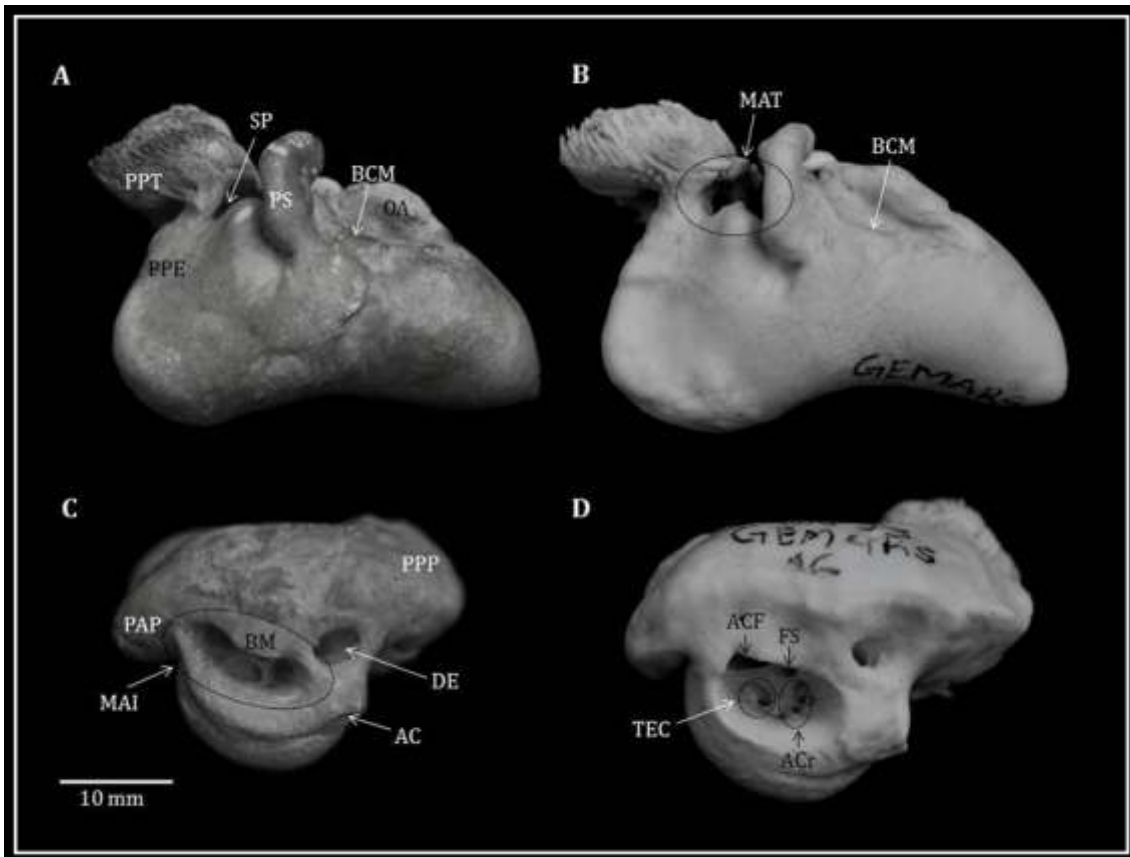


Figura 4. Detalhes dos CTPs do morfotipo *truncatus* (A e C – espécime MUCIN 004) e do morfotipo *gephyreus* (B e D – espécime GEMARS 1633). Vistas: A) e B) Lateral, C) e D) Dorsal. Legenda: processo posterior do timpânico (PPT), pedículo posterior externo (PPE), septo posterior (SP), processo sigmoide (PS), borda do cume malar (BCM), ossículo acessório (OA), menor abertura timpânica (MAT), processo anterior do periótico (PAP), processo posterior do periótico (PPP), meato acústico interno (MAI), borda medial do meato acústico interno (BM), aqueduto coclear (AC), duto endolinfático (DE), trato espiral cribiforme (TEC), abertura do canal facial (ACF), forâmen singular (FS), área cribrosa (ACr). Fonte: Camila Thiesen Rigon.

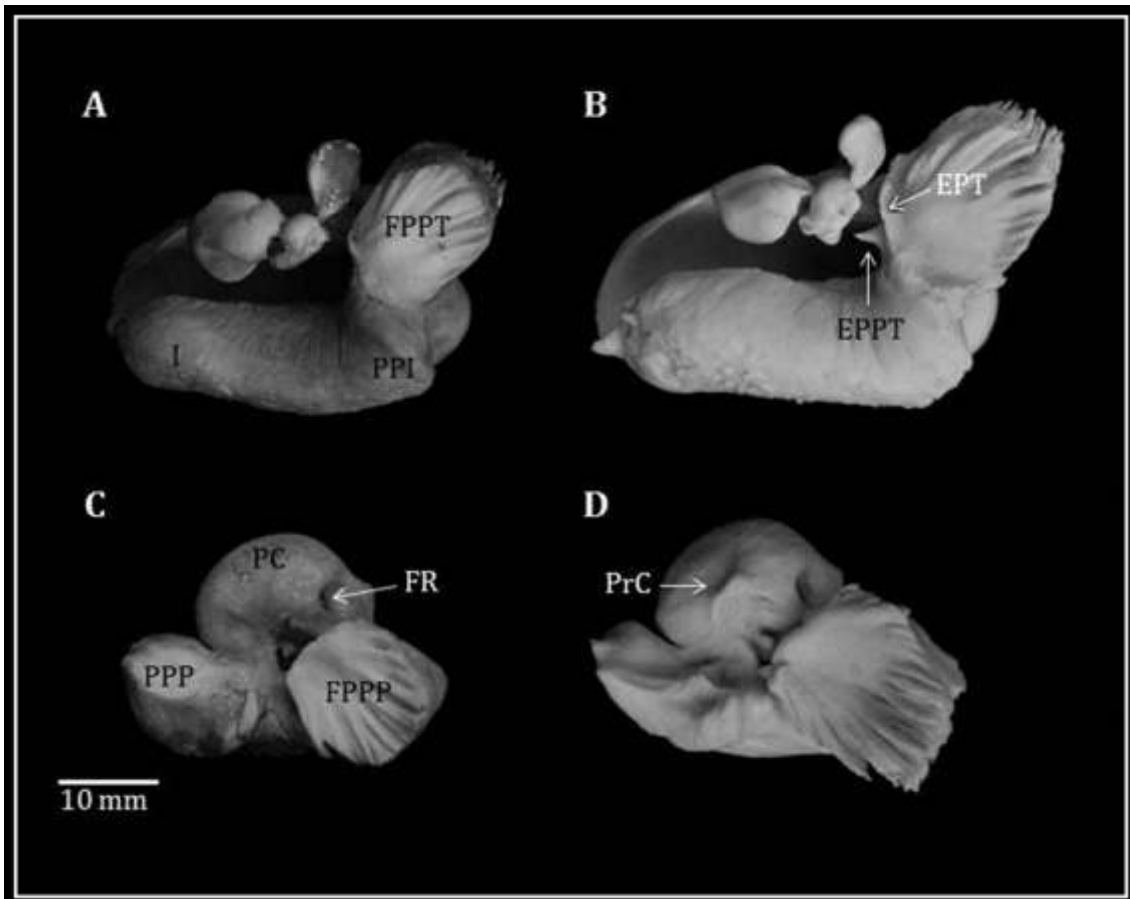


Figura 5. Detalhes dos CTPs do morfotipo *truncatus* (A e C – espécime MUCIN 004) e do morfotipo *gephyreus* (B e D – espécime GEMARS 1433). Vistas: A) e B) Dorsal, C) e D) Ventral. Legenda: faceta do processo posterior do timpânico (FPPT), invólucro (I), proeminência posterior interna (PPI), espinho da base do processo posterior do timpânico (EPPT) [diagnóstico], espinha posterior do timpânico (EPT), faceta do processo posterior do periótico (FPPP), processo posterior do periótico (PPP), fenestra rotunda (FR), porção coclear (PC), protuberância coclear (PrC)[diagnóstico]. Fonte: Camila Thiesen Rigon.

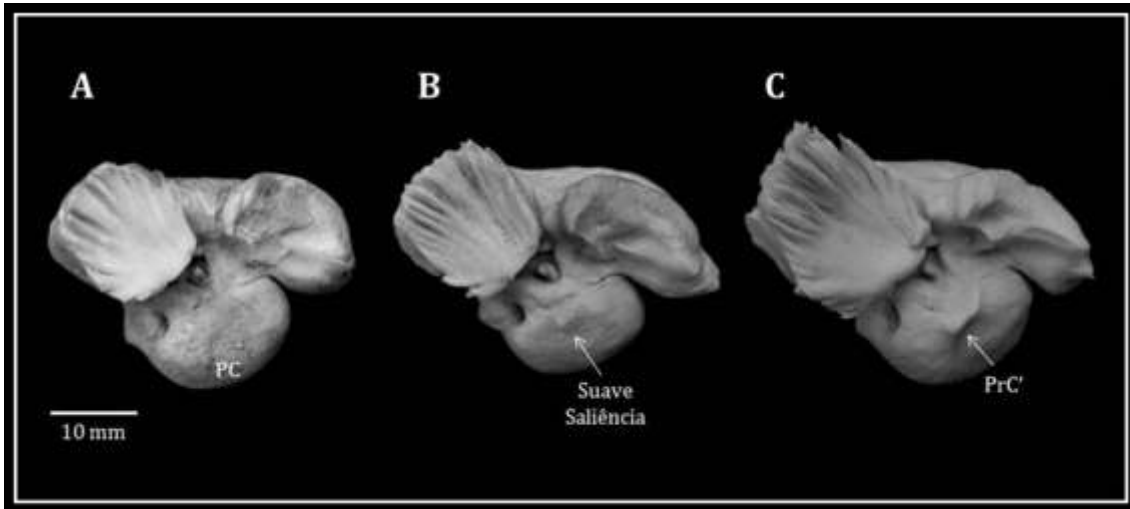


Figura 6. Detalhes dos perióticos do morfotipo *truncatus* (A – espécime MUCIN 004), do morfotipo *truncatus* com saliência suave na porção coclear (B – espécime LEC 149) e do morfotipo *gephyreus* (C – espécime GEMARS 1433). Vistas: Ventral. Legenda: porção coclear (PC), protuberância coclear (PrC). Fonte: Camila Thiesen Rigon.

Morfometria

Análises Univariadas: Das 38 medidas analisadas, 94,73% (n=36) apresentaram diferenças significativas entre os grupos, dessas, 34 foram altamente significativas ($P \leq 0,001$). A única exceção foi para o diâmetro do forâmec elíptico (DFE) que não apresentou diferença significativa em ambos os lados dos CTPs ($P > 0,05$). Os CTPs foram maiores no morfotipo *gephyreus*, apresentando todas as médias superiores às de *truncatus* (Tabela 4) (Figura 7).

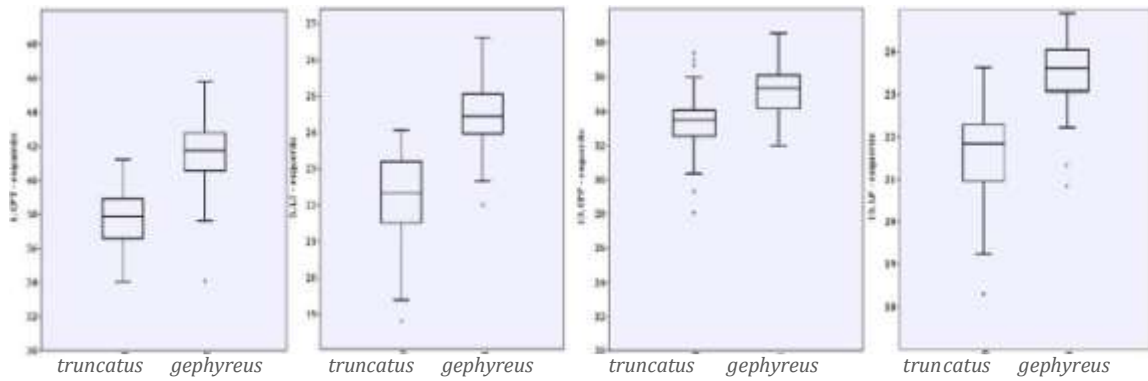


Figura 7. Quatro medidas padrão dos complexos tímpano-perióticos esquerdos, em milímetros, comprimento do timpânico, largura do timpânico, comprimento do periótico e largura do periótico, respectivamente, demonstrando as médias superiores no morfotipo *gephyreus*.

Análises multivariadas: para as análises multivariadas foram utilizadas apenas as variáveis que não continham medidas faltantes e os indivíduos que apresentavam todos os componentes do CTP em ambos os lados. Ao total foram avaliados 138 espécimes, sendo 60 pertencentes ao morfotipo *truncatus* e 78 ao morfotipo *gephyreus* e utilizadas 32 variáveis métricas, exceto as variáveis: 3.LT, 6.AT e 9.LPS, que estão associadas ao processo sigmoide.

O resultado da análise discriminante linear (LDA) (Wilks' Lambda: 0,15041; $F(32,105)=18,534$; $P<0.0000$) demonstrou um percentual de classificação correta de 99,28% para ambos morfotipos (Figura 8). O morfotipo *truncatus* teve 100% de classificação correta, enquanto *gephyreus* apresentou 98,68%, apresentando um indivíduo com classificação errônea (Tabelas 5). Os resultados de cada função para cada exemplar analisado estão dispostos na tabela 6. Na análise de função canônica a primeira função discriminou completamente os dois morfotipos. O método *stepwise* seleciona a cada passo a variável que mais contribua para a discriminação entre os grupos, essa análise resultou em um modelo com seis variáveis que melhor discriminam os grupos, representadas pelo valor de $P\leq 0,05$, aquelas com maior poder de diferenciação foram representadas pelos valores de $P\leq 0,01$ (Tabela 7 e 8).

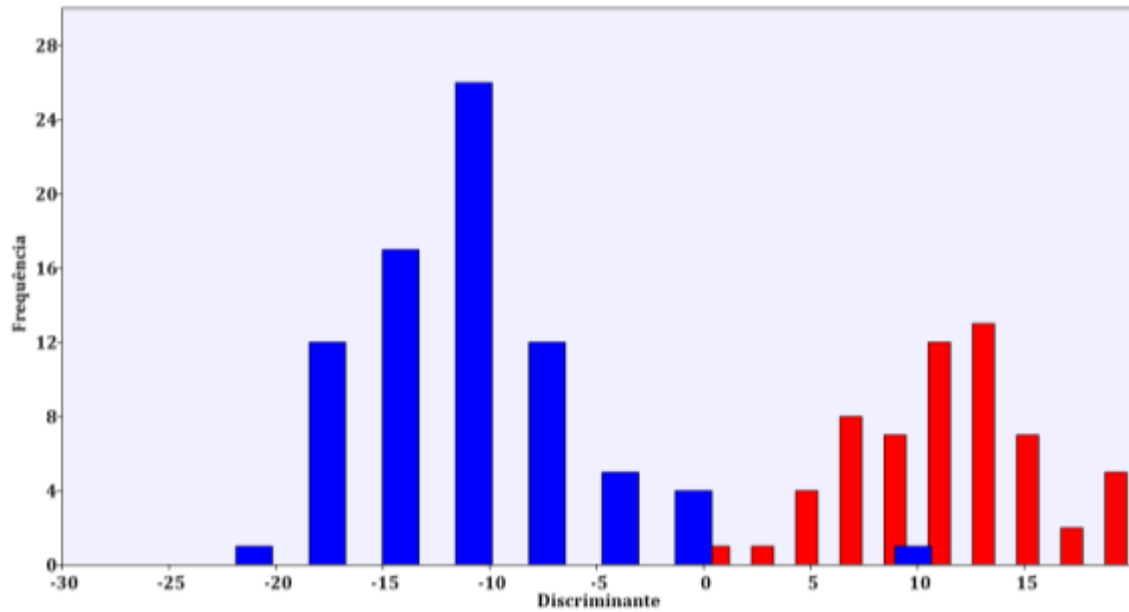


Figura 8. Gráfico da função discriminante linear demonstrando a classificação correta de 99,28% dos exemplares de *Tursiops*. Vermelho = morfotipo *truncatus*, Azul = morfotipo *gephyreus*.

Na análise de componentes principais (PCA), a projeção dos escores individuais demonstrou a separação dos espécimes em dois grandes grupos, principalmente ao longo do componente principal 1 (CP1) (Figura 9). O CP1 foi responsável por 53,41% da variância total observada e o CP2 por 8,34% (Tabela 9). O CP1 apresentou todos os coeficientes positivos e o CP2 apresentou coeficientes positivos e negativos, foram oito das 32 variáveis utilizadas, que mais contribuíram para o primeiro vetor (Tabela 10).

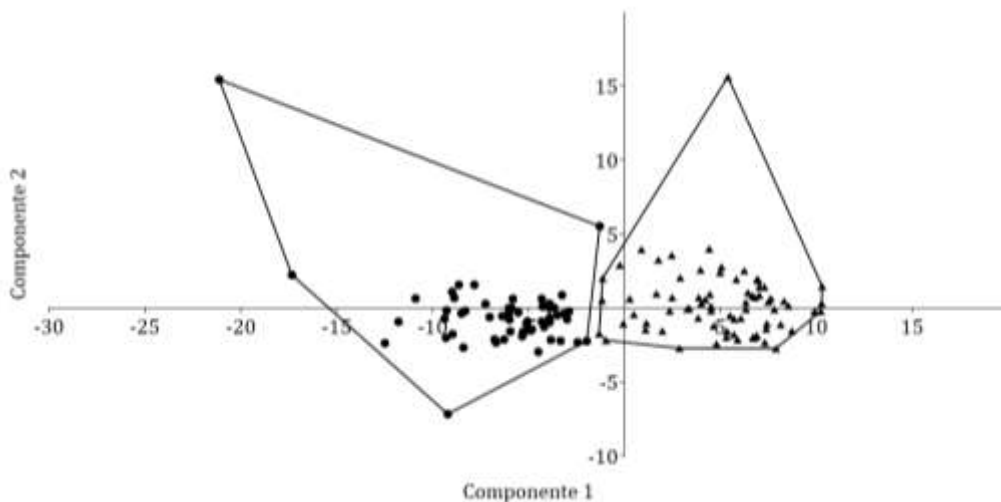


Figura 9. Projeção dos escores individuais resultante da análise de componentes principais (PCA) para os dois morfotipos. ● Morfotipo *truncatus*. ▲ Morfotipo *gephyreus*. CP1xCP2.

A análise de agrupamento hierárquico demonstrou claramente a separação dos dois grupos, embora um indivíduo pertencente ao morfotipo *gephyreus* tenha aparecido dentre os morfotipos *truncatus* (o mesmo que foi incorretamente classificado na análise discriminante linear). O dendograma foi composto por dois agrupamentos (Figura 10). A análise de similaridade demonstrou diferença significativa entre os dois morfotipos ($P=0,0001$; $r=0,8302$).

Devido à característica da porção coclear que aparece em alguns indivíduos do morfotipo *truncatus* ($n=13$) (figura 6), semelhante à protuberância coclear encontrada no morfotipo *gephyreus*, foi realizada uma análise discriminante para ver como esses indivíduos se comportam diante do restante. A análise discriminante demonstrou um percentual de 94,2% de classificação correta e na análise das funções canônicas a primeira função discriminou 93,8% e o gráfico demonstrou a separação dos três grupos (Figura 11).

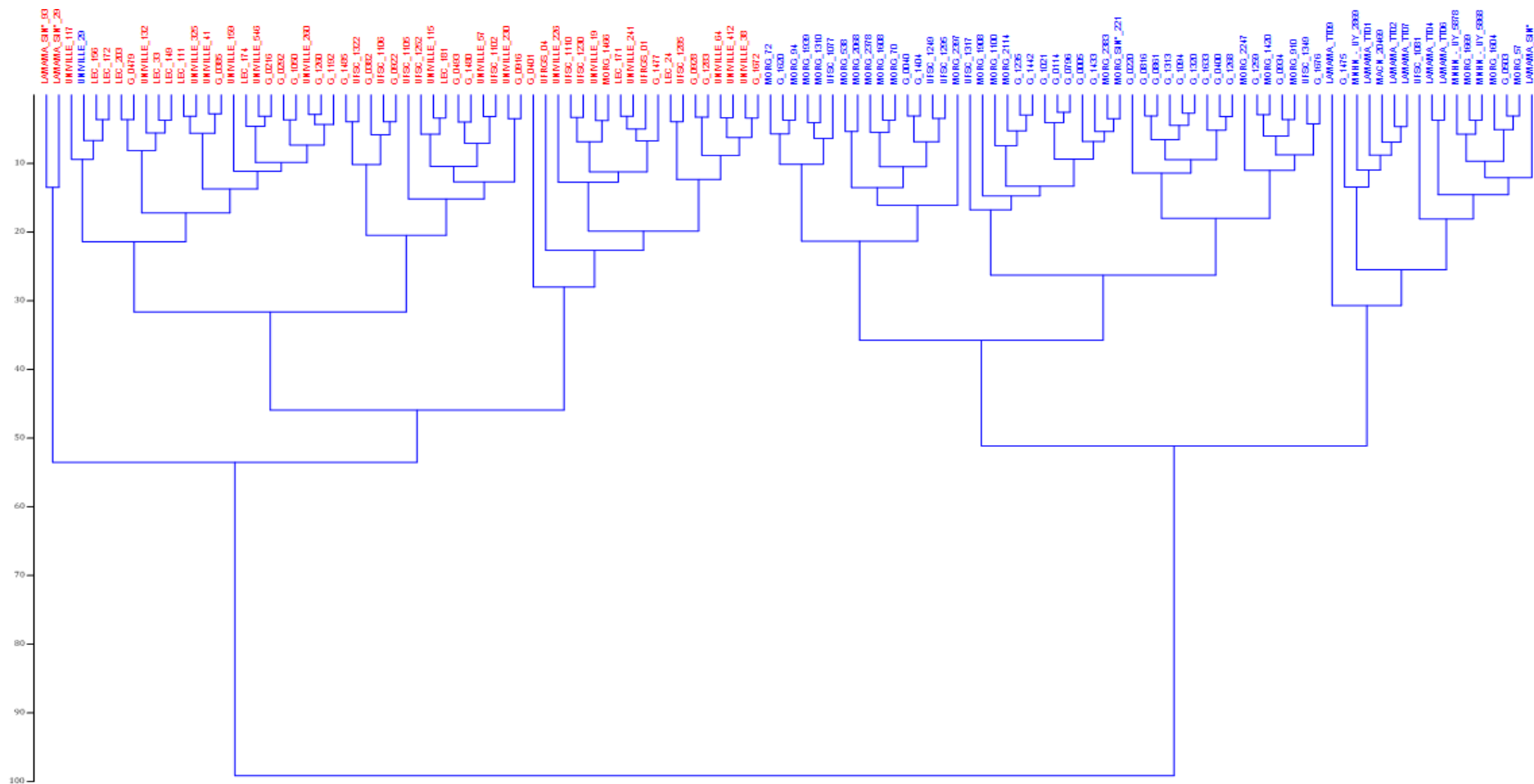


Figura 10. Dendrograma, utilizando distância Euclideana, evidenciando a similaridade entre os espécimes de cada morfotipo. Em vermelho: morfotipo *truncatus*. Em azul: morfotipo *gephyreus*.

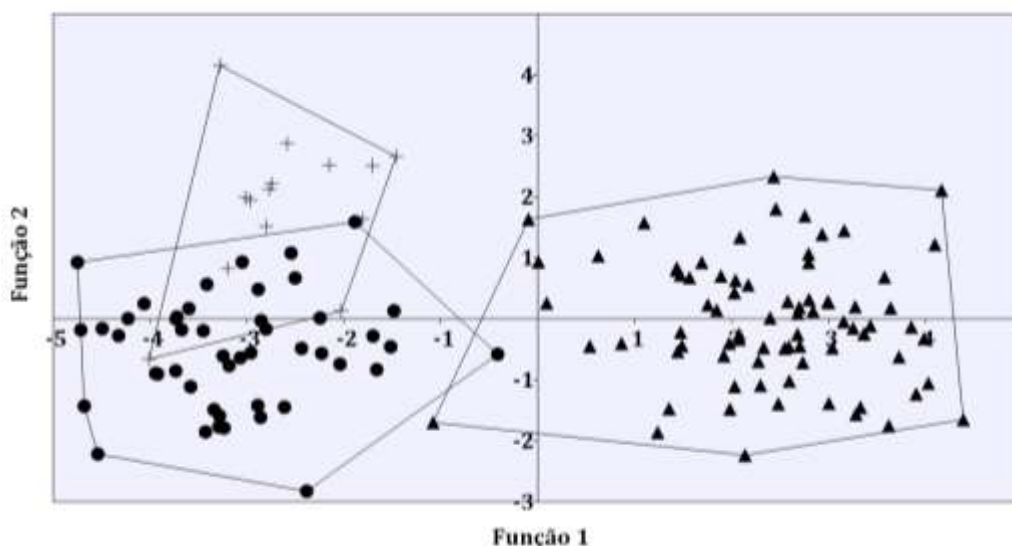


Figura 11. Funções canônicas demonstrando a discriminação dos três grupos.
 ● Morfotipo *truncatus*. ▲ Morfotipo *gephyreus*. + Morfotipo *truncatus* com a característica diferenciada na porção coclear do periótico.

DISCUSSÃO

Dimorfismo sexual

Caracteres métricos, principalmente do crânio, são bastante utilizados para avaliar dimorfismo sexual em odontocetos (Perrin 1975, Hersh *et al.* 1990, Amano and Miyazaki 1992, Perrin *et al.* 2011). A ausência ou baixo dimorfismo sexual foi relatado para o gênero *Tursiops* em diferentes trabalhos (Ross 1977, Hersh *et al.* 1990, Tolley *et al.* 1995, Wang *et al.* 2000b, Turner and Worthy 2003 Perrin *et al.* 2011). Na mesma área de estudo do presente trabalho também foi relatado baixo dimorfismo sexual baseado na morfometria do sincrânio (Barreto 2000, Wickert 2013) e do aparato hioide (Pretto *et al.* 2009).

Segundo Kasuya (1973), não é esperado dimorfismo sexual para os CTPs de odontocetos, porém o autor não testou dimorfismo em suas análises. Arcoverde (2013) realizou um estudo dos CTPs de *Sotalia guianensis* quanto à variação geográfica no litoral brasileiro e assumiu a ausência de dimorfismo sexual como previsto na literatura. O autor encontrou um número reduzido de espécimes com o

sexo identificado em algumas unidades geográficas, o que impediu a quantificação da variação sexual em cada região. Nas unidades que teve dados suficientes para a análise, uma apresentou dimorfismo em cinco caracteres métricos de 22 estudados e a outra apresentou dimorfismo em apenas uma variável. Diante desses resultados, sugeriu que deve ser realizada uma melhor amostragem de espécimes com sexo identificado para determinar se o dimorfismo que foi encontrado é um padrão dessa unidade ou se estende às demais populações do litoral brasileiro (Arcoverde 2011).

A análise de variação sexual dos CTPs em *Tursiops* ainda não havia sido realizada. No presente estudo, o número de indivíduos com sexo identificado foi considerado baixo em relação ao número total de espécimes analisados, porém suficiente para avaliação de dimorfismo. Na descrição morfológica não foi encontrada nenhuma característica distinta entre os sexos e na morfometria foi encontrada uma pequena variação no morfotipo *gephyreus* (5%). Os dados obtidos corroboram com a hipótese de Kasuya (1973) de que não há dimorfismo sexual nas bulas timpânicas de golfinhos e com os trabalhos que sugerem baixo dimorfismo em *Tursiops* para a região (Barreto 2000, Pretto *et al.* 2009, Wickert 2013).

Simetria bilateral

Uma das características principais de muitas linhagens de odontocetos é a assimetria do crânio, particularmente relacionada aos elementos das vias aéreas. De modo geral, admite-se essa assimetria relacionada com a produção e recepção de sons durante a utilização do biosonar (Ness 1967, MacLeod *et al.* 2007).

Kasuya (1973) na análise de CTPs de odontocetos avaliou a simetria bilateral em cinco espécies: *Neophocaena phocaenoides*, *Stenella coeruleoalba*, *Lagenorhynchus obliquedens*, *Grampus griseus* e *T. truncatus* (costa do Japão). De acordo com seus resultados a assimetria observada não é significativa. O autor conclui que apesar de poder apresentar assimetria em alguma parte do CTP, a escolha aleatória do lado esquerdo ou direito pode ser feita sem gerar resultado errôneo.

No estudo de Parente *et al.* (1999) foi analisada a simetria bilateral para bulas de *Sotalia guianensis*, e não foram encontradas diferenças significativas. Arcoverde (2011) também analisou bulas de *S. guianensis* e verificou uma baixa assimetria, das 22 variáveis estudadas ocorrem apenas em duas, que diferem entre sexo e unidades geográficas.

No presente estudo, não foi verificada assimetria nos CTPs dos morfotipos analisados, porém mantivemos as análises em ambos os lados, independente da simetria. Esses dados corroboram com os estudos existentes, que demonstra baixa ou nenhuma assimetria bilateral no complexo tímpano-periótico de golfinhos.

Diferença ontogenética e crescimento

Estudos morfométricos que negligenciam as classes etárias em suas análises podem estar mascarando os resultados obtidos, como acontece em alguns trabalhos com odontocetos (Hersh *et al.* 1990, Mead and Potter 1995). Entretanto, a maior parte dos estudos utilizam somente indivíduos adultos para evitar a influência das diferenças ontogenéticas em seus resultados (Barreto 2000, Charlton-Robb *et al.* 2011, Wang *et al.* 2000b, Wickert 2013).

Kasuya (1973) analisou a diferença ontogenética em três espécies: *Neophocaena phocaenoides*, *Globicephala macrorhynchus* e *T. truncatus*. De acordo com seus resultados o comprimento padrão do osso timpânico cresce ligeiramente em paralelo ao crescimento do animal e o comprimento padrão do osso periótico quase não demonstra crescimento.

Perrin (1975) analisou a variação morfológica e geográfica do gênero *Stenella*, quanto aos CTPs demonstra resultados que corroboram com os relatados por Kasuya (1973). Segundo suas análises o osso timpânico cresce rapidamente após o nascimento e posteriormente estabiliza seu crescimento, o osso periótico encontra-se praticamente desenvolvido ao nascimento, podendo crescer muito pouco (até 1 mm).

Arcoverde (2011) avaliou o crescimento dos CTPs de *Sotalia guianensis* e também encontrou pouca relação entre o tamanho das bulas e o crescimento. Frainer *et al.* (2015) analisaram o desenvolvimento pós-natal das estruturas relevantes ao biosonar de *Pontoporia blainvillei* e descrevem que o CTP sofre

poucas modificações durante o desenvolvimento pós-natal. Outros estudos demonstram que o CTP, em odontocetos, está completamente desenvolvido em seu nascimento ou na faixa etária juvenil (Yurick and Gaskin 1988, Rauschmann *et al.* 2006, Cozzi *et al.* 2015).

Lancaster *et al.* (2015) avaliaram o crescimento de indivíduos de *T. truncatus* e *Pontoporia blainvillei* através do crânio e dos CTPs. Para *Tursiops* utilizaram 10 indivíduos adultos e 10 juvenis, com estimativa de idade conhecida. Em todas as amostras, os CTPs de juvenis alcançaram as dimensões dos adultos, apesar de apresentarem crânios e corpos menores, ou seja, demonstraram um padrão de crescimento negativamente alométrico das bulas em comparação com os crânios.

Os resultados deste estudo não demonstraram variação ontogenética na descrição morfológica e na morfometria. Quanto à relação do tamanho dos CTPs e o crescimento dos indivíduos, no morfotipo *truncatus* não houve relação e no morfotipo *gephyreus* apresentou relação quanto ao comprimento do timpânico. As correlações encontradas entre o comprimento do timpânico e o comprimento do crânio, mesmo com baixos coeficientes de determinação, demonstram que o timpânico pode crescer um pouco durante o desenvolvimento, diferentemente do periótico que não apresentou relação e parece manter o mesmo tamanho indiferente da classe etária. Esses dados corroboram com a literatura citada anteriormente. O fato da relação do tamanho dos CTPs com o crescimento só aparecer em um dos morfotipos estudados pode ser devido à grande variação individual, como relatado por Kasuya (1973) ou pode ser uma divergência em relação ao desenvolvimento.

Sinais acústicos são importantes na vida de todos os cetáceos, a visibilidade em ambientes aquáticos pode ser limitada e a energia acústica propaga-se na água muito melhor que qualquer outra energia. Deste modo, aumenta a pressão seletiva para desenvolver um órgão completamente funcional para a audição, principalmente no momento do nascimento (Au 2000, Lancaster *et al.* 2015). Autores demonstram que o desenvolvimento precoce das bulas timpânicas é característica dos cetáceos e sugerem que a formação precoce do ouvido dos odontocetos está intimamente relacionada à extrema importância da audição para essas espécies. Por essa razão o CTP possui pequena plasticidade em seu

desenvolvimento. (Perrin 1975, Lancaster *et al.* 2015). Segundo Lancaster *et al.* (2015), uma das principais características funcionais das bulas timpânicas, é o seu tamanho, que já alcança a condição de adulto na fase juvenil, ressaltando a condição essencial da audição funcional na sobrevivência de cetáceos no início de suas vidas. Além disso, essa condição é importante para ressaltar que em estudos que tratem dos CTPs não precisam ser restritos a indivíduos adultos, o que pode ser importante devido à escassez na qualidade das amostras.

Caracterização morfológica

Estudos baseados em morfologia voltados para comparação do gênero *Tursiops* foram importantes para a diferenciação de espécies, ecótipos e populações (Van Bree 1966, Ross 1977, Mead and Potter 1995, Wang *et al.* 2000a, Wang *et al.* 2000b, Turner and Worthy 2003, Charlton-Robb *et al.* 2011; Perrin *et al.* 2011). No ASO, trabalhos recentes têm apontado para o reconhecimento de duas espécies distintas: *T. truncatus* e *T. geophysus*, as quais pertencem os morfotipos aqui estudados (Barreto 2006, Wickert 2013).

A análise comparativa dos complexos tímpano-perióticos revelou diferenças relevantes entre os morfotipos e apresentaram variações morfológicas fundamentais, algumas diagnósticas para a sua diferenciação. De maneira geral, apresentaram uma estrutura típica de delphinídeos, correspondendo à maioria das descrições da literatura para diversas espécies, como Kasuya (1973), Moreno (2008) e Mead and Fordyce (2009).

Parente *et al.* (1999) realizou uma sucinta descrição dos CTPs de odontocetos em águas brasileiras, contudo utilizou poucos espécimes para sua análise, com apenas dois exemplares de *T. truncatus* provenientes do estado do Ceará. Os resultados apresentam dados equivalentes ao presente estudo, porém algumas descrições diferem. Os autores descrevem que o sulco lateral e o sulco medial do timpânico estão ausentes e que o forâmen elíptico pode estar presente ou ausente. Segundo Kasuya (1973) o sulco lateral existe, todavia muito fraco e quase inexistente, os dados do presente estudo também descrevem um sulco presente, porém suave. Quanto ao sulco medial, Kasuya (1973) aponta sua ausência como uma característica de Delphininae, enquanto Mead and Fordyce

(2009) descrevem que o sulco medial em *Tursiops* é bem definido, como descrito no presente estudo. O forâmen elíptico é uma característica de Delphininae segundo Kasuya (1973) e no presente estudo o forâmen também está presente. Porém, sabe-se que o forâmen elíptico apresenta alta variação em Delphinidae (Moreno 2008). Essas características divergentes entre os estudos podem ser variação individual, visto que Parente *et al.* (2009) utilizaram apenas dois indivíduos, ou pode ser variação geográfica devido as regiões de estudo distintas.

Moreno (2008) em estudo sobre as relações filogenéticas da família Delphinidae, apresenta como característica de Delphininae a presença de protuberância na borda medial do meato acústico interno, afirmando que em *Tursiops* a protuberância é forte e visível. No presente estudo essa característica aparece no morfotipo *truncatus*, no entanto em *gephyreus* pode estar presente ou com a borda medial retilínea. O autor utilizou indivíduos do morfotipo *gephyreus* em seu trabalho, como espécie sem *status* definido, porém analisou poucos indivíduos desse (n=5), em virtude disso, não encontrou a mesma variação que o presente estudo.

Outras características apresentaram dados diferentes do estudo de Moreno (2008), o autor demonstra que o contato da fossa incudis com a abertura do canal facial, em *gephyreus*, não está em contato e no presente estudo podemos verificar que geralmente está em contato e pode apresentar variações. Segundo o autor, a borda posterodorsal da fossa do músculo estapédio está localizada dorsalmente em relação a fenestra rotunda em *gephyreus*, porém foi verificado que está na linha da borda da fenestra rotunda. Ainda, de acordo com o autor, em vista lateral a borda dorsal do periótico tem forma triangular em *gephyreus* e em linha reta ou convexa em *truncatus*, verificamos que em ambos essa característica pode variar, sendo triangular ou em linha reta. Essas diferenças entre resultados também pode ser devido ao baixo número amostral do gênero (n=7) analisado por Moreno (2008), não permitindo a avaliação de variação individual.

Segundo Geisler and Sanders (2003), em *Tursiops*, o processo caudal do timpânico é baixo, o forâmen singular está separado do trato cribriforme e área cribrosa por um cume baixo e a borda posterodorsal da fossa do músculo estapédio está localizada bem dorsal a fenestra rotunda. No presente estudo o processo caudal do timpânico aparece baixo apenas no morfotipo *gephyreus*,

porém em alguns indivíduos apresentou processo longo e no morfotipo *truncatus* o processo sempre apareceu longo. O forâmen singular, em *gephyreus*, está separado por um cume baixo ou na área do trato cribriforme e área cribrosa, já em *truncatus* está sempre na área do trato cribriforme e área cribrosa. Esses resultados concordam com os dados de Moreno (2008). Quanto à borda posterodorsal da fossa do músculo estapédio, em *gephyreus* está localizada na linha da borda da fenestra rotunda e em *truncatus* aparece como descrito por Geisler and Sanders (2003). Os dados de Geisler and Sanders (2003) são compatíveis com características de ambos os morfotipos, porém utilizaram 18 amostras da espécie *Tursiops truncatus* provenientes do Museu Americano de História Natural (NY) e essas variações podem ser atribuídas à diferença geográfica.

Duas características podem ser avaliadas para diagnosticar o morfotipo *gephyreus*, pois, de acordo com a literatura, nunca foram descritas e não aparecem em nenhum outro Delphinidae. A primeira delas é o espinho da base do processo posterior do timpânico (Figura 5B), que pode ser grande ou pequeno e só ocorre no morfotipo *gephyreus*. Esse espinho apareceu quebrado em alguns espécimes, mas é possível detectar sua presença mesmo com sua extremidade ausente. A segunda é a protuberância coclear, que somente é visualizada em *gephyreus* (Figura 5D). A protuberância é muito conspícua, enquanto em *truncatus* a região aparece lisa. Entretanto, em alguns indivíduos de *truncatus* (n=13) apareceu uma suave saliência no mesmo local, mas é visualmente diferente do que ocorre em *gephyreus*, seria apenas uma elevação suave, que ocupa uma área menor (Figura 6). As duas características podem ser visualizadas independente das bulas timpânicas estarem oclusas ou abertas, o que facilita o diagnóstico de cada morfotipo.

A análise discriminante realizada através dos dados métricos confirmou que há separação do gênero nos dois morfotipos e demonstrou quais caracteres melhor discriminam os dois grupos. A variável mais representativa para essa discriminação foi largura da seção posterior da menor abertura timpânica (10. LMAT), a qual concorda com a descrição dessa estrutura como estreita em *truncatus* e larga em *gephyreus*.

Através da análise de componentes principais e de agrupamento também se verificou a distinção dos dois morfotipos. Na PCA, os comprimentos e as larguras

dos ossos timpânico e periótico apresentaram uma forte correlação com o CP1 (Tabela 9), concordando com a hipótese de que o CP1 usualmente representa um vetor de tamanho (Reyment *et al.* 1984).

Os exemplares classificados como morfotipo *gephyreus* apresentaram médias maiores nos caracteres morfométricos, à medida que os espécimes classificados como morfotipo *truncatus* apresentaram médias menores. Estes dados corroboram com os estudos realizados na mesma área, que através da morfometria do sincrânio e do comprimento total do corpo encontraram, no geral, médias maiores para *gephyreus* (Barreto 2000, Wickert 2013).

Há indícios de forte correlação entre tamanho do CTP e o tamanho do animal, no entanto, não significa que o tamanho, massa e densidade do CTP não tenham efeito nas propriedades acústicas desse sistema (Ketten 2000). Segundo Cranford *et al.* (2008, 2010) o tamanho é um componente importante da morfologia funcional, particularmente nos componentes auditivos ósseos, pois esse é um dos fatores que determinam os parâmetros vibracionais de qualquer estrutura. Cada estrutura apresenta uma faixa de frequência a qual a fará vibrar, que são determinadas pelo tamanho, forma e material da estrutura. Isto demonstra que a caracterização morfométrica pode ser usada como base para posterior comparação acústica específica de cada morfotipo.

Diversos estudos têm apontado para variações longitudinais e latitudinais para o gênero (Hersh and Duffield 1990, Mead and Potter 1990, Waerebeek *et al.* 1990, Barreto 2000, Perrin *et al.* 2011, Oudejans *et al.* 2015). Os dois estudos realizados que compreendem a região do Sul do Brasil, Uruguai e Argentina, encontraram uma variação latitudinal na distribuição de *Tursiops*. Barreto (2000) aponta que essas diferenças são suficientes para reconhecer pelo menos duas sub-espécies para a região. Posteriormente, analisando um número maior de espécimes, Wickert (2013) sugere que as diferenças são significativas e aponta caracteres diagnósticos na sua hipótese de que *Tursiops gephyreus* deve ser revalidada.

Os autores observaram que os espécimes classificados como morfotipo *truncatus* ocorriam ao Norte e morfotipo *gephyreus* ao Sul. Barreto (2000) defendeu que ambas as formas ocorriam em simpatria no litoral de Santa Catarina, pelo menos nos meses de novembro a fevereiro e possivelmente em parapatria nos

demais meses. Wickert (2013) estende os limites propostos, sugerindo que a área de contato entre as duas espécies possa ocorrer do norte do Paraná até o litoral médio do Rio Grande do Sul. Pinedo (1991) encontrou o mesmo padrão para *Pontoporia blainvillei* e propôs duas formas para a espécie (norte e sul) com separação no estado de Santa Catarina.

Barreto (2000) observou que as diferenças de tamanho craniano entre os exemplares situados ao norte e ao sul seguem o padrão observado para outras espécies de mamíferos, quando feitas comparações latitudinais. As espécies de mamíferos tendem a exibir variação geográfica clinal no tamanho do corpo, onde indivíduos são maiores em áreas de menor temperatura (Koch 1986). Em cetáceos, determinadas espécies com maior tamanho ocorrerem em águas mais frias (Gao *et al.* 1995, Wang *et al.* 2000b, Hale *et al.* 2000) e variação clinal para *Tursiops* já foi sugerida na costa do ASO (Barros 1991, Barreto 2000).

Esse padrão foi responsável pela criação de uma regra ecográfica muito conhecida: a regra de Bergmann, que se refere à variação geográfica nos tamanhos dos corpos de espécies e foi evidenciada por diversos estudos, mesmo não sendo considerada uma lei para todas as espécies. Essa regra foi questionada por alguns estudos, e outros mostraram mecanismos que podem ajudar a entender esse padrão (Blackburn *et al.* 1999). Outra explicação para a variação clinal seria associação à produtividade primária sugerindo que corpos maiores precisam de maior quantidade de alimento, que é encontrado em zonas mais frias. Ainda há estudos que mostram que animais com corpos maiores conseguem habitar locais com alta sazonalidade de alimento, pois quanto maior tamanho corpóreo maior a capacidade de armazenamento energético para aguentar períodos com menos disponibilidade de alimento (Brodie, 1975, Blackburn *et al.* 1999). Barreto (2000) acredita que a variação do tamanho do sínclínio do gênero na região esteja relacionada a esses fatores interligados.

Barreto and Beaumord (2002) sugerem que a separação dos dois morfotipos na região possa ser devido a características do ambiente, como a temperatura e a morfologia costeira. Sugerindo que *gephyreus* tem habilidade de explorar águas com temperaturas mais baixas devido ao seu tamanho e que a morfologia costeira ao norte e ao sul de Santa Catarina pode ter contribuído na diferenciação dos morfotipos. Visto que, ao norte a costa é reflexiva e ao Sul são

praias dissipativas, onde um animal maior teria vantagens na proteção contra predadores em ambientes abertos e desprotegidos.

No entanto, correlações entre o tamanho do corpo e temperatura do ambiente revelam pouco sobre as relações taxonômicas e filogenéticas. Deste modo, a variação resultante da adaptação a diferentes ambientes pode esconder características que revelam ancestralidade e deve ser eliminado, sempre que possível, em estudos taxonômicos (Wang *et al.* 2000b). Ao estudar formas simpátricas, os efeitos da geografia e variação ambiental podem ser reduzidos consideravelmente (Heyning and Perrin 1994).

Moreno *et al.* (2005), ao avaliarem o padrão de distribuição e habitats preferenciais do gênero *Stenella* em relação à características oceanográficas, sugerem que a ocorrência de espécies do gênero está fortemente relacionada com a corrente do Brasil (CB), sendo assim, o limite sul de distribuição de algumas espécies está relacionado com a variação sazonal da Zona de convergência subtropical do Atlântico Sul (CSAS). A convergência flutua sazonalmente para norte e sul, a fauna associada flutua conjuntamente e os limites de comunidades e populações modificam-se de acordo com a sazonalidade (Piola and Matano 2001, Moreno *et al.* 2005, Carlos 2009).

A região de estudo é fortemente influenciada pela CSAS e estudos sugerem que o morfotipo *truncatus* tem associação com águas mais quentes da CB e o morfotipo *gephyreus* tem influência de águas frias da Corrente das Malvinas (CM) e da CSAS (Barreto 2000, Von Eye 2012, Wickert 2013). Entretanto, os dois podem sobrepor-se de acordo com a sazonalidade da CSAS, ocorrendo em sobreposição do estado do Paraná até o Rio Grande do Sul, como sugerido por (Wickert 2013). Contudo, essa associação não pode ser sugerida no presente estudo, uma vez que os espécimes avaliados foram provenientes de encalhes e os indivíduos podem ser carregados por longas distâncias até a costa, não representando a sua real distribuição.

Quanto à variação longitudinal, Simões-Lopes (1996) sugere a existência de dois ecótipos de *Tursiops truncatus*, sendo um costeiro e outro oceânico. Barreto (2000) descarta a possibilidade de forma costeira e oceânica para o morfotipo *gephyreus*, já para o morfotipo *truncatus* não descarta essa possibilidade. O autor ainda considera que podem existir duas populações do morfotipo *gephyreus*, uma

residente no estuário da Lagoa dos Patos e outra em águas adjacentes. Wickert (2013), assim como no presente estudo, analisou os crânios de animais mortos que foram foto-identificados nas barras do rio Tramandaí e Chuí. Esses espécimes possuem as características diagnósticas de *gephyreus*.

A característica da porção coclear que aparece em alguns indivíduos do morfotipo *truncatus* apareceu em indivíduos encontrados ao norte do litoral de Santa Catarina e no estado do Paraná. Essa característica encontrada pode ser um indicativo que existam dois grupos dentro do morfotipo *truncatus* no litoral brasileiro, o que pode se tratar de populações costeiras e oceânicas, como sugerido por Simões-Lopes (1996) e Barreto (2000). Através dessa característica, evidenciaram-se, pelo menos, três grupos para o gênero na região Sul do Brasil.

Costa *et al.* (2015) através de análise genética, marcadores mitocondriais e microssatélites, encontraram três grupos para o gênero na costa sul brasileira, um composto por golfinhos residentes de Laguna, Santa Catarina, com alto grau de fidelidade ao local, outro para a barra do rio Tramandaí e um terceiro grupo de animais de origem desconhecida e que é sugerido como de comunidades oceânicas. Solntseva (2013) através da comparação da orelha média de várias espécies encontrou diferenças morfológicas entre golfinhos de rio e marinhos. Gutstein *et al.* (2014), verificou que há correspondência entre morfologia óssea do ouvido e tipo de ambiente em odontocetos, porém em Delphinidae não há características que determinasse o ambiente marinho, costeiro/estuarino ou de rio. Sabe-se que a frequência emitida varia de acordo com o hábitat e essa pode influenciar na forma do ducto coclear (Gutstein *et al.* 2014), deste modo a análise morfológica da orelha interna poderia indicar diferenças intraespecíficas que podem resultar de ambientes e frequências acústicas diferentes e ainda ajudar a elucidar se há variação morfológica nos golfinhos que habitam os estuários no Sul do Brasil.

Informações sobre a distribuição de mamíferos marinhos, sobretudo cetáceos, permanecem insuficientemente conhecidas, devido à dificuldade de observação no hábitat natural principalmente. Por muito tempo acreditou-se que diversos odontocetos possuíam distribuição cosmopolita, porém trabalhos recentes têm demonstrado que espécies com ampla distribuição podem tratar-se de ecótipos, subespécies ou até mesmo espécies diferentes (Wang *et al.* 2000b,

Tezanos-Pinto *et al.* 2008, Charlton-Robb *et al.* 2011, Wickert 2013, Charlton-Robb *et al.* 2014, Morin *et al.* 2015).

Wickert (2013) sugere que a área de distribuição do morfotipo *gephyreus* seja do estado do Paraná no Brasil até a província de Chubut na Argentina. O limite norte de distribuição corrobora com este estudo, mesmo não tendo analisado mais indivíduos ao norte desse estado, apenas um indivíduo foi encontrado para análise no estado do Paraná o que pode indicar baixa ocorrência do morfotipo na região. Quanto ao limite sul não se pode afirmar sua distribuição só até a província de Chubut, sabemos que o morfotipo ocorre na região, porém não avaliamos espécimes ao sul dessa província para verificar se há ocorrência mais meridional.

Wickert (2013) sugere que a área de distribuição do morfotipo *truncatus* se estende desde o norte do Brasil até o litoral médio do Rio Grande do Sul. O presente estudo abrangeu apenas a região de ocorrência do morfotipo *gephyreus* sugerida pela autora. Deste modo, quanto ao limite norte, não foi avaliado a sua distribuição. Quanto ao limite sul, a autora relata eventos extra limite para o Uruguai e para a província de Buenos Aires na Argentina. O presente estudo encontrou a mesma distribuição para o morfotipo, porém encontrou dois registros ao sul da província de Buenos Aires, de animais encontrados na Baía de San Antonio, golfo San Matias na província de Rio Negro, Argentina.

A ocorrência de animais em locais distantes de sua área habitual é frequente em Delphininae, que pode chegar a casos extremos como a ocorrência de *Cephalorhynchus commersonii* na costa da África (de Bruyn *et al.* 2006). Os registros de morfotipo *truncatus* encontrados na Argentina podem ser extra limite, bem como sugerir a existência do morfotipo naquela região. Vermeulen and Cammareri (2009) em um estudo sobre a variação da morfologia externa do golfinho-nariz-de-garrafa da Baía de San Antonio, demonstram que há mais de uma forma de *Tursiops* no local, baseada em características de coloração, formato da dorsal e comprimento do rosto. Deste modo, pode-se sugerir que a variação externa relatada para os indivíduos pode estar relacionada à variação na morfologia interna observada (crânio e CTP) no presente estudo. Considerando que existam duas formas habitando essa área, o morfotipo *truncatus* encontrado pode não ser apenas um evento extra limite e sim demonstrar que há existência

dessa população na região uma vez que Vermeulen and Cammareri (2009) relatam a ocorrência destes indivíduos ao longo de todo o ano.

Neste estudo, na análise de agrupamento o morfotipo *truncatus* apresenta dois clados, sendo um deles composto pelos dois indivíduos encontrados na Argentina, isolados de todos os outros que se agrupam (Figura 10). Esses indivíduos identificados como sendo morfotipo *truncatus* podem indicar uma distribuição diferente da sugerida por trabalhos anteriores realizados na região (Barreto 2000, Wickert 2013), porém como são registros muito distantes, pode-se tratar de um efeito fundador, como relatado em outras espécies de golfinhos (Taylor and Rojas-Bracho 1999, Cunha *et al.* 2010, Morin *et al.* 2015).

Fruet *et al.* (2014), na análise de amostras de tecido de animais biopsiados e encalhados, encontraram duas linhagens genéticas, uma no Sul do Brasil e Uruguai e outra na Baía San Antônio na Argentina, sabe-se que foram analisadas 12 amostras da Argentina, porém como não foi realizada nenhuma correspondência morfológica, não se sabe a qual morfotipo pertencem essas amostras. Contudo, é um indicativo de que os indivíduos que habitam o Golfo são diferentes dos que habitam o Sul do litoral brasileiro e uruguaio. Embora sejam reconhecidas variações externas, e agora internas, para os golfinhos da região, a variação genética permanece desconhecida, o que poderia ajudar a elucidar essa hipótese, assim como mais estudos sobre a morfologia interna dos indivíduos que habitam o golfo. Além disso, estudos já demonstram que essa população de golfinhos está em declínio (Vermeulen and Bräger 2015), o que demonstra a prioridade de esclarecer essa situação.

Os resultados demonstram a existência de, pelo menos, duas linhagens de *Tursiops* ao longo da costa sul do ASO que devem ser tratadas como OTUs (Unidade taxonômica operacional) diferentes para fins de manejo e conservação. Também se evidenciou a existência de um terceiro grupo pertencente ao morfotipo *truncatus* ao norte de SC. Tendo em vista essas informações, é necessário esforço de estudo acerca da biologia, ecologia e taxonomia do gênero *Tursiops* no ASO para elucidar o *status* dos grupos aqui apontados.

Tabelas

Tabela 1. Caracteres métricos analisados em cada exemplar de *Tursiops spp.*, com os acrônimos utilizados nas análises e nos textos.

Timpânico	
1.	CPT - Comprimento padrão do timpânico. Distância da extremidade anterior até a extremidade da proeminência posterior externa
2.	DPPI - Distância da extremidade anterior até a extremidade da proeminência posterior interna
3.	DPEPS - Distância da extremidade posteroventral da proeminência posterior externa à extremidade do processo sigmóide
4.	DPEPC - Distância da extremidade posteroventral da proeminência posterior externa até a extremidade do processo cônico
5.	LT - Largura do timpânico, no nível do processo sigmóide
6.	AT - Abertura do timpânico, da extremidade do processo sigmoide à quilha ventral
7.	LEPP - Largura externa entre as proeminências posteriores interna e externa
8.	MPCI - Maior profundidade do corte interproeminencial
9.	LPS - Largura do bordo superior do processo sigmóide
10.	LMAT - Largura da seção posterior da menor abertura timpânica
11.	DFE - Presença do forâmen elíptico (se existir, medir o maior diâmetro)
12.	LIPP - Largura interna entre as proeminências posteriores externa e interna
Periótico	
13.	CPP - Comprimento padrão do periótico. Processo anterior à extremidade do processo posterior
14.	CPS - Comprimento do processo superior
15.	LP - Largura do periótico transversal à porção coclear e processo superior, no nível da abertura timpânica superior
16.	MADE - Menor distância entre a margem do fundo do meato auditivo interno e abertura do duto endolinfático
17.	MAAC - Menor distância entre a margem do fundo do meato auditivo interno e abertura do aqueduto coclear
18.	CFA - Comprimento da faceta articular do processo posterior do periótico até o processo posterior da bula timpânica
19.	DPC - Diâmetro anteroposterior da porção coclear

Tabela 2. Regressões lineares simples entre o comprimento cêndilo-basal do crânio (CBL) e o comprimento do timpânico (CPT) e do periótico (CPP). Medidas que apresentaram diferença significativa estão em destaque e marcadas com um '*'. Acrônimos referem-se à tabela 1.

Morfotipo <i>truncatus</i>	Esquerdo			Direito		
	R	r²	P	R	r²	P
CBL/CPT	0,2232	0,0498	0,2631	0,2355	0,0555	0,2368
CBL/CPP	0,0128	0,0001	0,9493	0,3489	0,1217	0,0744
Morfotipo <i>gephyreus</i>						
CBL/CPT	0,5234	0,274	0,00001*	0,459	0,2107	0,0003*
CBL/CPP	0,1601	0,025	0,2217	0,1551	0,024	0,2366

Tabela 3. Características encontradas na descrição morfológica que diferem entre os dois morfotipos. As características diagnósticas para o morfotipo *gephyreus* estão em destaque.

Característica	Morfotipo <i>truncatus</i>	Morfotipo <i>gephyreus</i>
Faceta do processo posterior do timpânico	Comprimento maior que a largura	Comprimento praticamente igual à largura
Processo posterior do timpânico (vista posterior)	Espesso	Espessura menor
Proeminência posterior interna	Saliente com pontos	Arredondada
Protuberância no pedículo externo	Ausente	Presente / Ausente
Espinha posterior do timpânico	Menor	Mais desenvolvida
Menor abertura timpânica	Estreita	Larga
Seção posterior da abertura timpânica	Estreita	Larga
Borda do cume malear	Demarcada	Suave
Espinho da base do processo posterior do timpânico	Ausente	Presente
Fissura medial petrotimpânica	Grande	Pequena
Faceta do processo posterior do periótico	Comprimento maior que a largura	comprimento praticamente igual à largura
Processo caudal do timpânico	Longo	Curto / Longo
Borda posterior da fossa do músculo estapédio	Bem dorsal à fenestra rotunda	Na linha da fenestra rotunda
Fossa incudis	Pequena fissura	Em contato com a abertura do canal facial / Pequena fissura / Nenhum contato
Protuberância coclear	Ausente	Presente
Borda medial do meato acústico interno	Protuberância	Protuberância ou borda retilínea
Forâmen singular	Na área do trato cribiforme e área cribrosa	Na área do trato cribiforme e área cribrosa / Separado por cume baixo
Crista transversa	Baixa	Média
Localização da abertura do canal facial	Anterolateral ao trato espiral cribiforme	Lateral ao trato espiral cribiforme

Tabela 4. Estatística descritiva básica das medidas realizadas nos complexos tímpano-perióticos do gênero *Tursiops*. Teste T de Student. Valores em mm. DP representa o desvio-padrão da amostra. Medidas que não apresentaram diferença significativa estão marcadas com um '*'. Acrônimos referem-se à tabela 1.

Medidas	Morfotipo <i>truncatus</i>					Morfotipo <i>gephyreus</i>					P
	N	Min	Máx	Méd	DP	n	Min	Máx	Méd	DP	
Esquerdo											
1. CPT	63	34,05	41,24	37,74	1,53	86	34,07	45,82	41,59	1,88	<0,0001
2. DPPI	63	31,78	38,77	35,74	1,59	86	33,02	42,51	39,18	1,57	<0,0001
3. DPEPS	52	21,76	28,15	26,13	1,18	71	26,31	29,91	28,55	0,75	<0,0001
4. DPEPC	63	14,08	21,39	19,33	1,14	86	18,21	22,27	20,73	0,80	<0,0001
5. LT	62	12,8	24,07	22,13	1,69	86	22,02	26,62	24,51	0,86	<0,0001
6. AT	53	21,71	28,66	26,99	1,35	71	22,17	30,87	29,12	1,18	<0,0001
7. LEPP	63	14,13	19,54	16,74	1,26	86	16,23	22,57	19,43	1,60	<0,0001
8. MPCl	63	5,56	9,98	7,79	0,94	86	6,7	11,2	8,86	1,10	<0,0001
9. LPS	52	4,52	6,1	5,40	0,33	72	4,71	6,71	5,30	0,34	0,0146
10. LMAT	63	1,05	2,85	1,69	0,35	86	1,47	3,72	2,82	0,41	<0,0001
11. DFE	63	3,0	7,73	5,38	1,00	86	3,2	8,27	5,34	1,00	0,8054*
12. LIPP	63	3,96	9,77	7,38	1,05	86	5,32	11,46	8,80	1,38	<0,0001
13. CPP	62	28,06	37,38	33,41	1,65	87	32,01	38,56	35,21	1,34	<0,0001
14. EPS	62	8,55	14,16	10,97	1,06	87	8,78	15,56	12,39	1,25	<0,0001
15. LP	62	18,32	23,62	21,68	1,01	87	20,84	24,91	23,54	0,72	<0,0001
16. MADE	62	1,09	3,67	1,87	0,48	87	1,89	4,08	2,60	0,41	<0,0001
17. MAAC	62	1,95	4,76	3,42	0,58	87	2,78	5,43	3,80	0,45	<0,0001
18. CFA	62	2,15	13,8	11,60	1,45	87	4,23	18,9	13,54	1,93	<0,0001
19. DPC	62	15,12	20,22	18,33	0,99	87	16,6	22,66	19,23	0,86	<0,0001
Direito											
1. CPT	66	33,18	40,83	37,63	1,58	89	35,18	46,82	41,39	1,87	<0,0001
2. DPPI	66	31,32	38,77	35,64	1,62	89	31,39	41,87	38,78	1,69	<0,0001
3. DPEPS	55	21,83	27,9	25,98	1,27	70	24,63	29,9	28,42	0,94	<0,0001
4. DPEPC	66	16,38	21,36	19,24	0,96	88	18,22	22,39	20,62	0,86	<0,0001
5. LT	66	18,63	24,52	22,07	1,24	88	21	26,58	24,44	0,93	<0,0001
6. AT	55	21,2	28,68	26,81	1,55	70	23,45	31,5	29,08	1,21	<0,0001
7. LEPP	66	11,63	19,56	16,55	1,49	89	15,59	22,53	19,34	1,59	<0,0001
8. MPCl	66	6,04	11,28	7,81	0,94	89	3,39	12,45	8,94	1,26	<0,0001
9. LPS	57	4,62	6,13	5,47	0,33	70	4,56	6,63	5,32	0,44	0,0037
10. LMAT	66	1,06	3,09	1,76	0,38	87	1,63	3,95	2,83	0,45	<0,0001
11. DFE	66	3,03	7,86	5,20	1,10	87	3,1	7,87	5,26	0,89	0,6522*
12. LIPP	66	3,76	9,26	7,10	1,04	89	4,67	11,42	8,41	1,32	<0,0001
13. CPP	65	29,09	37,18	33,35	1,43	88	31,82	43,17	35,42	1,71	<0,0001
14. EPS	65	8,95	13,65	10,70	0,96	88	9,23	16,46	12,10	1,20	<0,0001
15. LP	65	19,03	23,67	21,68	1,01	88	20,03	25,4	23,64	0,90	<0,0001
16. MADE	65	1,21	4,38	1,90	0,52	87	1,75	4,66	2,67	0,51	<0,0001
17. MAAC	65	1,97	4,75	3,38	0,60	88	2,71	5,76	3,71	0,50	0,0002
18. CFA	65	2	14,21	11,68	1,84	88	10,89	20,56	13,80	1,63	<0,0001

Tabela 5. Matriz de classificação para os morfotipos de *Tursiops* analisados através dos complexos tímpano- perióticos.

	% de classificação correta	<i>truncatus</i>	<i>gephyreus</i>
Morfotipo <i>truncatus</i>	100	60	0
Morfotipo <i>gephyreus</i>	98,68	1	77
Total	99,28	61	77

Tabela 6. Probabilidade de classificação dos exemplares para cada morfotipo através da análise discriminante. O exemplar classificado erroneamente está representado em destaque e marcado com ‘*’.

Código	Observado	Probabilidades de Classificação	
		<i>truncatus</i>	<i>Gephyreus</i>
LEC 24	<i>truncatus</i>	0,999713	0,000287
LEC 33	<i>truncatus</i>	0,999972	0,000028
LEC 111	<i>truncatus</i>	0,999919	0,000081
LEC 149	<i>truncatus</i>	0,999028	0,000972
LEC 156	<i>truncatus</i>	0,999441	0,000559
LEC 159	<i>truncatus</i>	0,973733	0,026267
LEC 172	<i>truncatus</i>	0,999903	0,000097
LEC 171	<i>truncatus</i>	0,999999	0,000001
LEC 174	<i>truncatus</i>	0,999996	0,000004
LEC 181	<i>truncatus</i>	0,999983	0,000017
LEC 203	<i>truncatus</i>	0,999726	0,000274
UNIVILLE 19	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
UNIVILLE 38	<i>truncatus</i>	0,999368	0,000632
UNIVILLE 41	<i>truncatus</i>	0,999996	0,000004
UNIVILLE 57	<i>truncatus</i>	0,999957	0,000043
UNIVILLE 64	<i>truncatus</i>	0,999999	0,000001
UNIVILLE 115	<i>truncatus</i>	0,999925	0,000075
UNIVILLE 117	<i>truncatus</i>	0,998693	0,001307
UNIVILLE 132	<i>truncatus</i>	0,999993	0,000007
UNIVILLE 159	<i>truncatus</i>	0,999990	0,000010
UNIVILLE 226	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
UNIVILLE 230	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
UNIVILLE 241	<i>truncatus</i>	0,999999	0,000001
UNIVILLE 260	<i>truncatus</i>	0,999725	0,000275
UNIVILLE 325	<i>truncatus</i>	0,976682	0,023318
UNIVILLE 412	<i>truncatus</i>	0,999992	0,000008
UNIVILLE 546	<i>truncatus</i>	0,999916	0,000084
UFSC 1102	<i>truncatus</i>	0,999996	0,000004
UFSC 1105	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
UFSC 1106	<i>truncatus</i>	0,997962	0,002038
UFSC 1110	<i>truncatus</i>	0,999979	0,000021
UFSC 1230	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
UFSC 1252	<i>truncatus</i>	0,999985	0,000015
UFSC 1285	<i>truncatus</i>	0,999872	0,000128
UFSC 1299	<i>truncatus</i>	0,999948	0,000052
UFSC 1322	<i>truncatus</i>	0,999510	0,000490

UFRGS 01	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
UFRGS 04	<i>truncatus</i>	0,999919	0,000081
G 0216	<i>truncatus</i>	0,999927	0,000073
G 0243	<i>truncatus</i>	0,993751	0,006249
G 0292	<i>truncatus</i>	0,999987	0,000013
G 0382	<i>truncatus</i>	0,688676	0,311324
G 0385	<i>truncatus</i>	0,999909	0,000091
G 0401	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
G 0479	<i>truncatus</i>	0,999995	0,000005
G 0493	<i>truncatus</i>	0,995677	0,004323
G 0916	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
G 0922	<i>truncatus</i>	0,999280	0,000720
G 0 928	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
G 1050	<i>truncatus</i>	0,999996	0,000004
G 1192	<i>truncatus</i>	0,999992	0,000008
G 1260	<i>truncatus</i>	0,999998	0,000002
G 1283	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
G 1477	<i>truncatus</i>	0,997797	0,002203
G 1480	<i>truncatus</i>	0,999968	0,000032
G 1485	<i>truncatus</i>	0,989679	0,010321
G 1672	<i>truncatus</i>	0,999984	0,000016
MORG 1466	<i>truncatus</i>	0,999892	0,000108
LAMAMA S/N° 299	<i>truncatus</i>	1,000000	0,000000
LAMAMA S/N° 934	<i>truncatus</i>	0,999999	0,000001
UNIVILLE 07	<i>gephyreus</i>	0,199348	0,800652
UNIVILLE 29	<i>gephyreus</i>	0,999955	0,000045*
UNIVILLE 529	<i>gephyreus</i>	0,007078	0,992922
UFSC 1072	<i>gephyreus</i>	0,017216	0,982784
UFSC 1077	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
UFSC 1081	<i>gephyreus</i>	0,000146	0,999854
UFSC 1089	<i>gephyreus</i>	0,000429	0,999571
UFSC 1103	<i>gephyreus</i>	0,103261	0,896739
UFSC 1249	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
UFSC 1295	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
UFSC 1317	<i>gephyreus</i>	0,439354	0,560645
UFSC 1334	<i>gephyreus</i>	0,000077	0,999923
UFSC 1349	<i>gephyreus</i>	0,000003	0,999997
G 0005	<i>gephyreus</i>	0,000026	0,999974
G 0019	<i>gephyreus</i>	0,000402	0,999598
G 0040	<i>gephyreus</i>	0,000013	0,999987
G 0114	<i>gephyreus</i>	0,000032	0,999968
G 0192	<i>gephyreus</i>	0,000005	0,999995
G 0220	<i>gephyreus</i>	0,000005	0,999995
G0334	<i>gephyreus</i>	0,016771	0,983229
G 0400	<i>gephyreus</i>	0,000005	0,999995
G 0455	<i>gephyreus</i>	0,000197	0,999803
G 0484	<i>gephyreus</i>	0,000640	0,999360
G 0503	<i>gephyreus</i>	0,000346	0,999654
G 0574	<i>gephyreus</i>	0,000005	0,999995
G 0796	<i>gephyreus</i>	0,000019	0,999981
G 0816	<i>gephyreus</i>	0,000003	0,999997
G 0820	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
G 0861	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
G 0934	<i>gephyreus</i>	0,000008	0,999992
G 1021	<i>gephyreus</i>	0,000289	0,999711
G 1094	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
G 1235	<i>gephyreus</i>	0,000042	0,999958
G 1259	<i>gephyreus</i>	0,000018	0,999982

G 1268	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
G1298	<i>gephyreus</i>	0,000335	0,999665
G 1313	<i>gephyreus</i>	0,000004	0,999996
G 1320	<i>gephyreus</i>	0,000003	0,999997
G 1404	<i>gephyreus</i>	0,000545	0,999455
G 1433	<i>gephyreus</i>	0,000824	0,999176
G 1442	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
G 1475	<i>gephyreus</i>	0,000012	0,999988
G 1620	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
G 1633	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
G 1676	<i>gephyreus</i>	0,000007	0,999993
MORG 57	<i>gephyreus</i>	0,000009	0,999991
MORG 70	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MORG 72	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MORG 94	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MORG 538	<i>gephyreus</i>	0,000590	0,999410
MORG 910	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
MORG 1100	<i>gephyreus</i>	0,000492	0,999508
MORG 1310	<i>gephyreus</i>	0,000003	0,999997
MORG 1420	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
MORG 1604	<i>gephyreus</i>	0,005389	0,994611
MORG 1608	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MORG 1669	<i>gephyreus</i>	0,000109	0,999891
MORG 1908	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
MORG 1939	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MORG 2047	<i>gephyreus</i>	0,001939	0,998061
MORG 2068	<i>gephyreus</i>	0,000008	0,999992
MORG 2114	<i>gephyreus</i>	0,000003	0,999997
MORG 2247	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MORG 2378	<i>gephyreus</i>	0,000005	0,999995
MORG 2383	<i>gephyreus</i>	0,000002	0,999998
MORG 2397	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
MORG S/N° 221	<i>gephyreus</i>	0,079286	0,920714
MNHN - UY 2869	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
MNHN - UY 5868	<i>gephyreus</i>	0,000074	0,999926
MNHN - UY 5878	<i>gephyreus</i>	0,000787	0,999213
MACN 20469	<i>gephyreus</i>	0,000034	0,999966
LAMAMA TT01	<i>gephyreus</i>	0,000003	0,999997
LAMAMA TT02	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
LAMAMA TT04	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
LAMAMA TT06	<i>gephyreus</i>	0,000012	0,999988
LAMAMA TT07	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999
LAMAMA TT09	<i>gephyreus</i>	0,000000	1,000000
LAMAMA S/N°	<i>gephyreus</i>	0,000001	0,999999

Tabela 7. Resultado do método *stepwise* realizada para 32 variáveis morfométricas do complexo úmpano-periótico dos morfotipos *truncatus* e *gephyreus*. Acrônimos referem-se à tabela 1

	<i>Wilks's Lambda</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
10. LMAT (esquerdo)	0,225517	55,98954	0,000000
2. DPPI (esquerdo)	0,225465	8,32688	0,000615
12. LIPP (esquerdo)	0,208715	13,28727	0,000393
5. LT (direito)	0,191540	5,21164	0,000153
16. MADE (esquerdo)	0,175675	16,43010	0,000089
15. LP (direito)	0,174031	15,12541	0,000164

Tabela 8. Funções discriminantes para a separação exemplares dos morfotipos *truncatus* e *gephyreus*. O exemplar irá pertencer ao morfotipo que a função obter maior valor. Acrônimos referem-se à tabela 1

Variáveis	Coeficientes	
	<i>truncatus</i>	<i>gephyreus</i>
10. LMAT	13,038	13,922
2. DPPI	10,220	18,547
12. LIPP	2,774	4,212
5. LT	6,619	7,716
16. MADE	2,763	3,374
15. LP	9,211	10,833
Constante	-323,834	-415,622

Tabela 9. Autovalores (*eigenvalue*) da análise de componentes principais dos exemplares dos morfotipos *truncatus* e *gephyreus*.

Componente	Eigenvalue	% da Variância Total	Eigenvalue Cumulativo	% da Variância Acumulada
1	17,0912	53,416	17,0912	53,416
2	2,671104	8,3472	19,762304	61,7632
3	1,997152	6,2411	21,759456	68,0043
4	1,303232	4,0726	23,062688	72,0769
5	1,042208	3,2569	24,104896	75,3338

Tabela 10. Coeficientes padronizados derivados da análise de componentes principais, em destaque as variáveis que mais contribuíram para os componentes. Acrônimos referem-se à tabela 1

	PC 1	PC 2
Esquerdo		
1. CPT	-0,923151	-0,041701
2. DPPI	-0,895165	-0,002016
4. DPEPC	-0,729065	0,029155
5. LT	-0,857604	0,002277
7. LEPP	-0,706362	-0,379989
8. MPC1	-0,533948	-0,292828
10. LMAT	-0,774225	-0,309669
11. DFE	-0,137304	0,191616
12. LIPP	-0,622281	0,352603
13. CPP	-0,746873	0,257805
14. EPS	-0,591858	-0,178911
15. LP	-0,831452	-0,000074

16. MADE	-0,062740	-0,774757
17. MAAC	-0,489835	-0,089076
18. CFA	-0,553377	0,360295
19. DPC	-0,626635	0,320505
Direito		
1. CPT	-0,935154	-0,036895
2. DPPI	-0,869038	0,008632
4. DPEPC	-0,844137	0,066616
5. LT	-0,879741	-0,056633
7. LEPP	-0,641884	-0,395561
8. MPCl	-0,242151	-0,052147
10. LMAT	-0,124416	-0,089555
11. DFE	-0,168906	0,173619
12. LIPP	-0,651605	0,272317
13. CPP	-0,706035	0,182702
14. EPS	-0,847682	-0,312432
15. LP	-0,096048	0,053910
16. MADE	-0,402145	-0,827779
17. MAAC	-0,581385	0,006491
18. CFA	-0,630022	0,121156
19. DPC	-0,923151	0,243049

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amano, M. and N. Miyazaki. 1992. Geographic variation and sexual dimorphism in the skull of dall's porpoise, *Phocoenoides dalli*. Marine Mammal Science 8:240-261.
- Arcoverde, D. L. 2011. Avaliação do complexo periótico-timpânico, o ouvido médio, de *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea:Delphinidae) como ferramenta na identificação de variações geográficas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil.
- Arcoverde, D. L., R. Emin-Lima, A. F. Costa, *et al.* 2013. Evaluation of periotic-timpanic bone complex of *Sotalia guianensis* (Cetacea:Delphinidae) as tool in identification of geographic variations. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 1-6.
- Arnold, P. W. and G. E Heinsohn. 1996. Phylogenetic status of the Irra Waddy Dolphin *Orcaella brevirostris* (Owen in Gray): a cladistic analysis. Memoirs of the Queensland Museum 39:141-204.
- Au, W. W. L. 2000. Hearing in whales and dolphins: an overview. Pages 1-42 in W. W. L. Au, A. N Popper, R. R. Fay. Hearing by whales and dolphins. Springer-Verlag, New York, NY.
- Baracho, C., S. Cipolotti, E. Marcovaldi, M. Apolinário and M. Silva. 2007. The occurrence of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the biological reserve of Atol das Rocas in north-eastern Brazil. Journal of the Marine Biological Association. JMA2 Biodiversity Records Published on-line.
- Barreto, A. S. 2000. Variação Craniana e Genética de *Tursiops truncatus* (Delphinidae, Cetacea) na Costa Atlântica da América do Sul. Tese Doutorado em Oceanografia Biológica, Universidade do Rio Grande, Rio Grande, Brasil 122 pp.
- Barreto, A. S. and A.C. Beaumord. 2002. Sobreposição de nicho em subespécies de *Tursiops* no litoral Atlântico da América do Sul. Notas Técnicas FACIMAR 6:121-125.
- Bastida, R., D. Rodríguez, E. Secchi and V. D. Silva. 2007. Mamíferos Marinos de Sudamérica Antártida. Buenos Aires. 345 pp.
- Blackburn, T. M., J. K. Gaston, and N. Loder. 1999. Geographic gradients in body size: a clarification of Bergmann's rule. Diversity and Distributions 5:165-174.
- Brodie, P. F. 1975. Cetacean energetics, an overview of intraspecific size variation. Ecology 56:152-161.

- Carlos, C. J. 2009. Seabird diversity in Brazil: A review. *Sea Swallow* 58:17-46.
- Charlton-Robb, K., L.-A. Gershwin, R. Thompson, J. Austin, K. Owen and S. McKechnie. 2011. A new dolphin species, the burrunan dolphin *Tursiops australis* sp. nov., endemic to southern Australian coastal Waters. *Plosone* 6.
- Charlton-Robb, K., Taylor, A. C. and S. W. McKechnie. 2014. Population genetic structure of the burrunan dolphin (*Tursiops australis*) in coastal waters of south-eastern Australia: conservation implications. *Conservation Genetics*.
- Cozzi, B., M. Podesta, C. Vaccaro, R. Poggi, S. Mazzariol, S. Huggenberger, and A. Zotti. 2015. Precocious ossification of the tympanoperiotic bone in fetal and newborn dolphins: an evolutionary adaptation to the aquatic environment? *The Anatomical Record* 298:1294-1300.
- Cranford, T. W., P. Krysl and J. A. Hildebrand. 2008. Acoustic pathways revealed: simulated sound transmission and reception in Cuvier's beaked whale (*Ziphius cavirostris*). *Bioinspiration & AMP Biomimetics* 3:e016001.
- Cranford, T. W., P. Krysl and M. Amundin. 2010. A new acoustic portal into the odontocete ear and vibrational analysis of the tympanoperiotic complex. *PLOS ONE* 5(8):e0011927.
- De Bruyn, P. J. N., G. J. G. Hofmeyr and M. S. De Villiers. 2006. First record of a vagrant Commerson's dolphin, *Cephalorhynchus commersonii*, at the southern African continental shelf. *African Zoology* 41:131-133.
- Fordyce, R. E. 1994. *Waipatia maerewhenua*, new genus and new species (Waipatiidae, new family), an archaic late Oligocene dolphin (Cetacea: Odontoceti: Platanistoidea). *Proceedings San Diego Society of Natural History* 29:147-176.
- Fruet, P. F., E. R. Secchi, F. Daura-Jorge *et al.* 2014. Remarkably low genetic diversity and strong population structure in common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from coastal waters of the Southwestern Atlantic Ocean. *Conservation Genetics* 15:1-17.
- Gao, A., Zhou, K. and Y. Wang. 1995. Geographical variation in morphology of bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) in Chinese waters. *Aquatic Mammals* 21(2):121-135.
- Geisler J. H. and A. E. Sanders. 2003. Morphological Evidence for the Phylogeny of Cetacea. *Journal of Mammalian Evolution* 10:23-129

Gutstein, C. S., C. P. Figueroa-Bravo, N. D. Pyenson, R. E. Yury-Yañez, M. A. Cozzuol and M. Canals. 2014. High frequency echolocation, ear morphology, and the marine–freshwater transition: A comparative study of extant and extinct toothed whales. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 400:62-74.

Hale, P. T., A. S. Barreto and G. J. B. Ross. 2000. Comparative morphology and distribution of the *aduncus* and *truncatus* forms of bottlenose dolphin *Tursiops* in the Indian and Western Pacific Oceans. *Aquatic Mammals* 26:101-110.

Hersh, S. L. and D. A. Duffield. 1990. Distinction between Northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. Pages 129 - 139 in S. Leatherwood and R. R. Reeves, eds. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, CA.

Hersh, S. L., D. K. Odell and E. D. Asper. 1990. Sexual dimorphism in bottlenose dolphins from the east coast of Florida. *Marine Mammal Science* 6:305-315.

Hershkovitz, P. 1966. Catalog of living whales. Smithsonian Institution, US National Museum Bulletin 246:1-259.

Heyning, J. E. and W. F. Perrin. 1994. Evidence for two species of common dolphins (genus *Delphinus*) from the eastern North Pacific. *Contributions in Science* 442:1-35.

Kasuya, T. (1973). Systematic consideration of recent toothed whales based on the morphology of tympanoperiotic bone. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 25:1-103.

Koch, P. L. 1986. Clinal geographic variation in mammals: implications for the study of chronoclines. *Paleobiology* 12(3):269-281.

Lancaster, W. C., W. J. Ary, P. Krysl and T. W. Cranford. 2015. Precocial development within the tympanoperiotic complex in cetaceans. *Marine Mammal Science* 31(1):369–375.

Luo, Z and K. Marsh. 1996. Petrosal (periotic) and inner ear of a pliocene kogiine whale (*Kogiinae*, *Odontoceti*): Implications on relationships and hearing evolution of toothed whales. *Journal of Vertebrate Paleontology* 2:328-348.

MacLeod, C. D., J. S. Reidenberg, M. Weller, M. B. Santos, J. Herman, J. Goold and G. J. Pierce. 2007. Breaking symmetry: the marine environment, prey size, and the evolution of asymmetry in cetacean skulls. *The Anatomical Record* 290:539–545.

Mead, J. G. and C. W. Potter. 1990. Natural history of bottlenose dolphins along the central Atlantic Coast of the United States. Pages 165 - 195 in S. Leatherwood and R. R. Reeves, eds. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, San Diego, CA.

Mead, J. G. and C. W. Potter. 1995. Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off the Atlantic coast of North America: morphologic and ecologic considerations. *IBI Reports* 5:31-44.

Mead, J.G. and R. E. Fordyce. 2009. *The Therian Skull : A Lexicon with Emphasis on the Odontocetes*. Smithsonian contribution zoology. 627pp.

Morell, M., E. Degollada, M. van der Schaar *et al.* 2007. Comparative morphometry of odontocete ears through computerized tomography. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87:69-76.

Moreno, I. B. 2008. *Relações filogenéticas entre os golfinhos da família Delphinidae*. Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 128 pp.

Moreno, I. B., P. H. Ott, M. Tavares, L. R. D. Oliveira, D. Danilewicz, S. Siciliano and S. L. Bonatto. 2009. Os cetáceos com ênfase no golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). Pages 348 in D. D. L. Viana ed. *O Arquipélago de São Pedro e São Paulo: 10 anos de Estação Científica*. SECIRM, Brasília.

Morin, P. A., K. M. Parsons, F. I. Archer *et al.* 2015. Geographical and temporal dynamics of a global radiation and diversification in the killer whale. *Molecular ecology*.

Muizon, C. de. 1987. The Affinities of *Notocetus vanbenedeni*, an Early Miocene Platanistoid (Cetacea, Mammalia) from Patagonia, Southern Argentina. *American Museum Novitates* 2904: 1-27.

Muizon, C. de. 1988. Les relations phylogénétiques des Delphinida (Cetacea, Mammalia). *Annales de Paléontologie* 74:159-227.

Napoli, M. F. 2003. *Fundamentos da Prática Estatística em Taxonomia Zoológica. Encontro de Zoologia do Nordeste*. Universidade Federal do Alagoas, Maceió, Brasil. 23 pp.

Ness, A. R. 1967. A measure of asymmetry of the skulls of odontocete whales. *Journal of Zoology* 153:209-221.

- Oelschläger, H. A., 1986. Tympanohyal bone in toothed whales the formation of the tympanoperiotic complex (Mammalia:Cetacea). *Journal of Morphology* 188:157-165.
- Oudejans, M. G., F. Visser, A. Englund, E. Rogan and S. N. Ingram. 2015. Evidence for distinct coastal and offshore communities of bottlenose dolphins in the North East Atlantic. *PloS ONE* 10(4):e0122668.
- Perrin, W. F. 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the Eastern Pacific and Hawaii. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography* 21:1-206.
- Perrin, W. F., A. V. Yablokov, J. Barlow and M. V. Mina. 2004. Comparison of the resolving power of metric and non-metric cranial characters in defining geographical populations of dolphins. *Contributions in Science* 447.
- Perrin, W. F., J. L. Thieleking, W. A. Walker, F. I. Archer and K. M. Robertson. 2011. Common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in California waters: Cranial differentiation of coastal and offshore ecotypes. *Marine Mammal Science* 27:769-792.
- Pinedo, M. C. 1991. Development and variation of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*). University of California, Santa Cruz, E.U.A.
- Piola, A. R. and R. P. Matano. 2001. Brazil and Falklands (Malvinas) currents. Pages 340–349 in J. H. Steele, K. K. Turekian and S. A. Thorpe eds. *Encyclopedia of Ocean Sciences*. Academic Press, London, UK.
- Pretto, D. J., Oliveira, G., Graipel, M. E. and Simões-Lopes, P. C. 2009. Morfologia do aparato hióide de algumas espécies de odontocetos do sul do Brasil. *Biotemas* 22 (1):111-120.
- Rencher, A. C. 2002. *Methods of multivariate analysis*. John Wiley & Sons, Inc 380-404.
- Reyment, R. A., Blackith, R. E. and N. A. Campbell. 1984 *Multivariate Morphometrics*. Academic Press, Londres.
- Rice, D. W. 1998. *Marine Mammals of the World: Systematics and Distribution*. Lawrence, Society for Marine Mammalogy. 231pp.

Ross, G. J. B. 1977. The taxonomy of bottlenose dolphins *Tursiops* species in South African waters, with notes on their biology. *Annals of the cape provincial museums Natural History* 11:135-194.

Simões-Lopes, P. C. 1996. Offshore and coastal bottlenose dolphins on southern Brazil: preliminary comparisons on coloration. *Resúmenes de la 7a Reunión de Especialistas em Mamíferos Acuáticos de América del Sur, Viña del Mar, Chile*.

Simões-Lopes, P. C. and M. E. Fabian. 1999. Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off southern Brazil. *Revista Brasileira Zoologica* 16:1017-1024.

Solntseva, G. 2013. Adaptive features of the middle ear of mammals in ontogeny. *Acta zoologica bulgarica* 65(1):101-116.

Tavares, M., I. B. Moreno, S. Siciliano, D. Rodriguez, M. C. D. O. Santos, J. Lailson-Britojr. and M. E. Fabián. 2010. Biogeography of common dolphins (genus *Delphinus*) in the Southwestern Atlantic Ocean. *Mammal Review* 40:40–64.

Taylor, B. L. and L. Rojas-Bracho. 1999. Examining the risk of inbreeding depression in a naturally rare cetacean, the vaquita (*Phocoena sinus*). *Marine Mammal Science* 15(4):1004-1028.

Tezanos-Pinto, G., C. S. Backer, K. Russell *et al.* 2008. A Worldwide Perspective on the Population Structure and Genetic Diversity of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in New Zealand. *Journal of Heredity Advance*.

Tolley, K. A., A. J. Read, R. S. Wells, K. W. Urian, M. D. Scott, A. B. Irvine and A. A. Hohn. 1995. Sexual dimorphism in wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Sarasota, Florida. *Journal of Mammalogy* 76:1190 - 1198.

Turner, J. P. and G. A. J. Worthy. 2003. Skull morphometry of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico. *Journal of Mammalogy* 84:665-672.

Van Bree, P. J. H. 1966. On a skull of *Tursiops aduncus* (Ehrenberg, 1833) (Cetacea, Delphinidae) found at Mossel Bay, South Africa, in 1904. *Annals of the Natal Museum* 18:425–427.

Vermeulen, E. and A. Cammareri. 2009. Variation in external morphology of resident bottlenose dolphins in Bahía San Antonio, Patagonia, Argentina. *Journal of Marine Animals and Their Ecology* 2(2):3-6.

Vermeuelen, E. and S. Bräger. 2015. Demographics of the disappearing bottlenose dolphin in Argentina: A Common Species on Its Way out? PloS ONE 10(3): e0119182.

Von Eye, S. M. 2012. Morfologia do sínclânio, com ênfase no aparato alimentar, e sazonalidade de encalhes do gênero *Tursiops* (Cetartiodactyla: Odontoceti: Delphinidae) no litoral norte e médio-leste do Rio Grande do Sul, Brasil. Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Waerebeek, K. V., J. C. Reys, A. J. Read and J. S. Mckinnon. 1990. Preliminary observations of bottlenose dolphins from the Pacific coast of South America. Pages 143-154 in S. Leatherwood and R. R. Reeves, eds. The Bottlenose Dolphin. Academic Press, San Diego, CA.

Wang, J. Y., L.-S. Chou and B. N. White. 1999. Mitochondrial DNA analysis of sympatric morphotypes of bottlenose dolphins (genus: *Tursiops*) in Chinese waters. Molecular Ecology 8:1603-1612.

Wang, J., L.-S. Chou and B. N. White. 2000a. Differences in the external morphology of two sympatric species of bottlenose dolphins (Genus *Tursiops*) in the waters of China. Journal of Mammalogy 81:1157-1165.

Wang, J., L. S. Chou and B. N. White. 2000b. Osteological differences between two sympatric forms of bottlenose dolphins (genus *Tursiops*) in Chinese waters. Journal Zoology, London 252:147 - 162.

Wells, R. S. and M. D. Scott. 1999. Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) Pages: 137-182 in S. H. Ridgway and R. Harrison. Handbook of Marine. Academic Press, San Diego, CA.

Wickert, J. C. 2013. *Tursiops* no Oceano Atlântico Sul Ocidental: Redescrção e Revalidação de *Tursiops gephyreus* Lahille 1908 (Cetartiodactyla:Delphinidae). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 75 pp.

Yurick, D. B. and D. E. Gaskin. 1988. Asymmetry in the skull of the harbor porpoise *Phocoena phocoena* (L.) and its relationship to sound production and echolocation. Canadian Journal of Zoology 66: 399-402.

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS



Tursiops e pescadores na Barra do Rio Tramandaí, RS. Foto: Camila Thiesen Rigon

“Esse espetáculo me deixa desamparado e pensativo. Haverá neste cosmo alguma chave para destrancar meu escafandro? Alguma linha de metro sem ponto final? Alguma moeda suficientemente forte para resgatar minha liberdade? É preciso procurar em outro lugar.

É para lá que vou.”

Jean-Dominique Bauby em ‘O Escafandro e a Borboleta’

CONCLUSÕES GERAIS

1. A caracterização morfológica demonstrou claramente a diferença entre os morfotipos de *Tursiops* ocorrentes no Sul da costa Atlântica Sul Americana.
2. Duas características, nunca antes descritas, podem diagnosticar o morfotipo *gephyreus*, são elas: 1) Espinho da base do processo posterior do tímpano. 2) Protuberância coclear.
3. Complexos tímpano-perióticos do morfotipo *gephyreus* são maiores que os de *truncatus*.
4. A ocorrência extra limite para o morfotipo *truncatus* encontrada foi diferente da literatura.
5. De acordo com a morfologia da porção coclear do periótico, verificou-se que há uma variação no morfotipo *truncatus* ocorrente no norte do estado de Santa Catarina, e no estado do Paraná, Brasil.
6. Este estudo irá proporcionar uma nova fonte de dados morfológicos para serem utilizados posteriormente em outros estudos, como em base para análises filogenéticas.

RECOMENDAÇÕES E ESTUDOS FUTUROS

1. São necessários mais estudos acerca da biologia e ecologia dos morfotipos do gênero *Tursiops* no Atlântico Sul Ocidental.
2. É necessário esforço para elucidar o *status* taxonômico do gênero no Atlântico Sul Ocidental.
3. Sugerem-se mais estudos morfológicos e moleculares para confirmar a entidade dos indivíduos ocorrentes no Golfo de San Matías na Argentina, onde foi registrado o morfotipo *truncatus* mais austral.
4. Sugerem-se estudos sobre a morfologia interna dos complexos tímpano-perióticos dos indivíduos que habitam os estuários do Atlântico Sul Ocidental, assim como, a comparação dos morfotipos, a fim de investigar variações no ouvido interno.
5. Propõe-se maior esforço para a análise dos complexos tímpano-periótico no restante da costa brasileira.
6. É de fundamental importância que haja uma revisão taxonômica mundial do gênero.
7. São de total relevância ações de conservação para ambos os morfotipos no Oceano Atlântico Sul Ocidental, uma vez que a degradação do habitat e captura acidental representam uma forte ameaça para o gênero, além do que é aceito que a população costeira do Rio Grande do Sul está em risco de extinção.

APÊNDICE 1

Apêndice 1: Coleções e Museus visitados.

Brasil

LEC: Laboratório de Ecologia e Conservação - UFPR, Pontal do Paraná/PR

UNIVILLE: Universidade da Região de Joinville, São Francisco do Sul/SC

LAMAQ: Laboratório de Mamíferos Aquáticos - UFSC, Florianópolis/SC

MUCIN: Museu de ciências naturais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/RS

GEMARS: Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul, Imbé/RS

LTTM: Laboratório de Tartarugas e Mamíferos Marinhos - FURG, Rio Grande/RS

Uruguay

Coleção Particular da Pesquisadora Paula Laporta, Punta del Diablo

MNHN: Museo Nacional de Historia Natural, Montevideo

Argentina

MACN: Museo Nacional de História Natural Bernardino Rivadavia, Buenos Aires/Buenos Aires

LAMAMA: Laboratório de Mamíferos Marinos - CENPAT, Puerto Madryn/Chubut

APÊNDICE 2

Apêndice 2: Lista dos espécimes do gênero *Tursiops* examinados em cada coleção/Museu.

Brasil:

LEC: 024, 033, 111, 149, 156, 159, 171, 172, 173, 174, 181, 203.

UNIVILLE: 07, 19, 29, 38, 41, 57, 64, 115, 117, 132, 133, 159, 226, 228, 230, 241, 260, 325, 412, 529, 546.

LAMAQ: 1072, 1077, 1081, 1089, 1099, 1102, 1103, 1105, 1106, 1110, 1123, 1126, 1130, 1249, 1252, 1281, 1285, 1295, 1299, 1317, 1322, 1334, 1349.

MUCIN: 001, 004

GEMARS: 0005, 0019, 0040, 0041, 0105, 0114, 0192, 0216, 0217, 0220, 0243, 0292, 0334, 0382, 0385, 0400, 0401, 0455, 0479, 0484, 0493, 0503, 0543, 0564, 0574, 0632, 0796, 0816, 0820, 0861, 0916, 0922, 0928, 0934, 1021, 1050, 1094, 1192, 1235, 1259, 1260, 1268, 1283, 1298, 1313, 1320, 1404, 1433, 1442, 1475, 1477, 1480, 1485, 1620, 1633, 1676, 1672.

LTTM: 0057, 0060, 0070, 0072, 0094, 0117, 0538, 0910, 1044, 1100, 1310, 1420, 1466, 1604, 1608, 1669, 1908, 1939, 2047, 2068, 2113, 2247, 2316, 2324, 2378, 2383, 2397, S/Nº 221.

Uruguai:

Coleção Particular da Pesquisadora Paula Laporta: 220310, S/Nº.

MNHN: 1069, 2783, 2869, 5868, 5878.

Argentina:

MACN: 2696, 16530, 20469, 20471.

LAMAMA: 001, 002, 004, 005, 007, 009, S/Nº003, S/Nº 299, S/Nº 934

APÊNDICE 3

Apêndice 3. Normas para o envio de publicação no periódico: *Marine Mammal Science*.

Guide for Authors

UPDATED WEDNESDAY, 06 SETEMBRO 2015 10:08

Marine Mammal Science publishes significant new findings on marine mammals resulting from original research on their form and function, evolution, systematics, physiology, biochemistry, behavior, population biology, life history, genetics, ecology and conservation. Range extensions, unusual observations of behavior, and preliminary studies of a few individuals are published only where there is sufficient new information to render the manuscript of general interest. Low priority will be given to confirmatory investigations of local or regional interest.

The Journal endorses the principle that experiments using live animals should be undertaken only for the purpose of advancing knowledge. Consideration should be given to the appropriateness of experimental procedures, species of animals used, and number of animals required. All animal experimentation reported in **Marine Mammal Science** must be conducted in conformity with the relevant animal care codes of the country of origin. The Editor will refuse manuscripts in which evidence of adherence to such codes is not apparent.

Marine Mammal Science publishes

1. Articles: important original research;
2. Review Articles: critical appraisals which place recent research in a new conceptual framework;
3. Notes: short communications on current research, important preliminary findings or new techniques;
4. Opinions: invited contributions on selected topics;
5. Letters: a forum for communications in response to papers previously published in *Marine Mammal Science*, opinion, interpretation, and new information about all topics of interest to marine mammalogists;
6. Obituaries and In Memoriam Notices: Obituaries are short announcements of recent deaths of Society for Marine Mammalogy members and In Memoriam notices are longer descriptions of the career and accomplishments of recently deceased members who have made major contributions to the field of marine mammal science and the Society.

Articles, Review Articles and Notes are subject to peer review. Any Letter challenging published results or interpretations is transmitted to the author of the published work with an invitation to respond. The Letter and its response are published simultaneously. Letters are judged by the Editor on appropriateness of the subject and interest to readers.

Obituaries and *In Memoriam Notices* require contacting the Editor before submitting material. Brief *Obituaries* and *In Memoriam Notices* will be published after review by the Editor.

Manuscript Preparation

The manuscript should be concise, logical, and unequivocal. Publication is facilitated if authors double-check for typographical and other errors and ensure that manuscripts and figures meet the requirements outlined below. Manuscripts that do not conform will be returned for correction before consideration. If in doubt, consult the Editorial Office. Authors are charged for excessive changes in proof.

If English is not your primary language before submitting your paper make sure to seek input from an appropriate source for proofreading it, if needed. It is the author's responsibility to ensure that the standards of English are suitable. It is not the job of reviewers or editors to make such editorial corrections during the review process. The Editor-in-Chief may reject a paper without assigning it for review if the quality of the writing is poor.

Manuscripts must be submitted as a Microsoft Word document or in a document format that can be imported into Microsoft Word. The submission should not be in Adobe PDF format.

A full-length Article includes a title page, abstract, keywords, text, acknowledgments, literature citations, tables, figure captions, and figures. *Notes and Letters* do not have an abstract and are prepared in narrative form without headings, except for "Literature Cited."

All parts of the manuscript, including footnotes, tables, and figure captions, should be typewritten, double-spaced with margins at least 2.5 cm wide. Number all pages of the manuscript beginning with the title page and include line numbers on each page. Underline only when the material is to be set in italics or italicize directly. Use capital letters only when the letters or words are to be capitalized. Do not end a line of text with a hyphen.

Title Page

The first page should contain only the title and the name, affiliation, and complete address (plus current address, if different) of the author(s). The title should be brief and contain words useful for indexing and information retrieval.

Abstract and Key Words

The abstract, of not more than 200 words typed on a separate page, should precisely reflect the contents of the paper, and focus attention on the purpose of the study, principal results, conclusions and their significance. Below the abstract, provide and identify as such three to ten key words or short phrases that will assist in cross-indexing your article.

Article discoverability is increasingly important as researchers are finding content through more specific search criteria and less through browsing the literature. Optimizing your article for search engines will greatly increase its chance of being viewed and/or cited in another work.

In addition to enhancing specific author metrics (individual article downloads and citations) creating an article that gets high returns through search engines helps Marine Mammal Science. Just as relevance is crucial to career advancement for you, it is also integral to library renewal decisions for the journal.

Wiley-Blackwell has compiled guidelines to enable you to optimize the discoverability on the web of the most public part of your article (the title and the article abstract).

Text

As a general guide, *The Chicago Manual of Style* is recommended. Spelling should be standard U.S. (not British) to conform to Webster's Third New International Dictionary. Units should conform to the Système International d'Unités (SI). Non-standard abbreviations must be defined the first time they appear. Mathematical symbols, Greek letters, and unusual symbols should be identified clearly; superscripts and subscripts should be legible and carefully placed.

Standard Abbreviations

General

s, min, h (hour), d (day), wk, mo, yr, g (gram), mg, kg, Hz, kHz, MHz, km, m (meter), mm, cm, cc, mi (mile), ft, in. (note period), kn (knot), ha, gal, mL, L (liter, spell out when used alone).

Statistics

P (probability), (mean, X-bar above), SD, SE, CV, SEM, *n* (sample size), *df*, *r* (correlation coefficient), *t*, *F*, *U*, *Z* (statistical tests); letters in equations are italicized.

Latin words and phrases (always italicized)

i.e., (note comma); *e.g.*, (note comma); *ca.*; *cf.*; *in vivo*; *in situ*; *vs.*; *etc.*; *per se*; *et al.*; *via*; *sensu*; *sensu fero*; *sensu stricto*; *a priori*.

Acknowledgments

List all acknowledgments briefly under a single heading at the end of the text on a separate page. If applicable, give the permit number under which the work was conducted.

Literature Cited

References should be cited in the text in the following form: Smith (1982); Smith (1982*a, b*); Smith (1983, 1984); Smith and Jones (1984); (Smith 1986); (Smith 1986, Jones 1987); (Smith 1986; Jones 1986, 1987); (Smith 1986*a, b*; Jones 1987); (U.S. Federal Register 1997); more than two authors, Smith *et al.* 1987. References are cited chronologically, not alphabetically in the text.

References should be double-spaced and listed alphabetically as "Literature Cited" in the following standard form, giving the **journal titles in full and each author's last name starting with a full capital followed by lowercase for the rest of the name.**

Armstrong, W. A., and C. W. Oliver. 1995. Recent use of fish aggregating device in the eastern tropical Pacific tuna purse-seine fishery: 1990-1994. National Marine Fisheries Service Center Administrative Report LJ-95-14 (unpublished). 47 pp. Available from SWFC, PO Box 271, La Jolla, CA 92038.

Gentry, R. L., and J. R. Holt. 1982. Equipment and techniques for handling northern fur seals. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS SSRF-758. 15 pp.

Hubbs, C. L., W. F. Perrin and K. C. Balcomb. 1973. *Stenella coeruleoalba* in the eastern and central tropical Pacific. *Journal of Mammalogy* 54:549-552.

Leatherwood, S., and R. R. Reeves. 1983. The Sierra Club handbook of whales and dolphins. Sierra Club Books, San Francisco, CA.

Murchison, A. E. 1980. Detection range and range resolution of echolocating bottlenose porpoise (*Tursiops truncatus*). Pages 43-70 in R.-G. Busnel and J.F. Fish, eds. *Animal sonar systems*. Plenum Press, New York, NY.

U.S. Federal Register. 1997. Endangered and threatened wildlife and plants; change in listening status of western population of Steller sea lion as endangered. FR 62(108):30772- 30773 (5 June 1997). National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce, Washington, DC.

References with more than seven authors should be listed as follows (Note there are a total of 10 authors for this paper):

Zuerner, R. L., C. E. Cameron, S. Raverty, *et al.* 2009. Geographical dissemination of *Leptospira interrogans* serovar Pomona during seasonal migration of California sea lions. *Veterinary Microbiology* 137:105-110.

Multiple citations for an author and single co-author are arranged alphabetically according to co-author. If there is more than one co-author, citations are arranged chronologically.

Issue numbers are not used unless page numbering begins at 1 with each issue. The number of pages is not given for books, but should be included for unpublished documents, theses, and “gray literature” (government reports, technical bulletins, etc.)

Citation of personal communications and unpublished data are not to be included under ‘Literature Cited’ but should be referenced as footnotes that include the complete name and address of the source and the month and year of the communication or notification of the unpublished data. If the unpublished data citation is from the author or a coauthor, a footnote with details is not required. **Meeting abstracts should not be cited as such or included in the Literature Cited Section.** If information from an abstract is the only source of support for a point being made, it must be treated as a personal communication or unpublished data and have received prior approval from the author of the abstract before being cited. Such citations should be used minimally and shall not comprise a critical component of a major point being made in the manuscript because the validity or reliability of such data cannot be evaluated properly by readers.

A paper may be cited ‘in press’ only if it has been accepted in final form by a journal. Papers ‘submitted’ or ‘in preparation’ may not be cited as such, but information in them may be cited as ‘personal communication.’ Any citation of information based on a manuscript submitted or in preparation, must be with the explicit permission of the lead author or person who provided the information. Citations of non-refereed documents (e.g., contract reports, environmental impact statements, meeting working papers) and gray literature is discouraged and should not be used as “one more example” of a point when primary peer-reviewed literature is cited to support the point. However, if there is no primary peer-reviewed literature to support important findings or the interpretation of those findings presented in the manuscript, they may be cited. Such citations should only be referenced in the Literature Cited section if the reference is readily available to the reader. The source for the reference must be given, including if necessary the address where it can be obtained. Any document bearing a ‘Do not cite without permission’ statement may be cited only with the explicit permission of the lead author. A statement that all necessary permissions have been obtained must be included in the cover material accompanying the submitted manuscript. Authors must double-check all literature cited; they are solely responsible for its accuracy.

Tables

Excessive tabular data are discouraged. Tables should be typed separately and double-spaced. Tables should be numbered with Arabic numerals in the sequence first referenced in the text and have a brief title. Column headings and descriptive footnotes should be brief. Do not use vertical rules.

Figures

Figures are costly and should be used with discretion. An illustration is justified only if it clarifies or reduces the text.

Please note that if accepted, figures will be requested in TIFF or EPS format. Please save line artwork (vector graphics) as Encapsulated PostScript (EPS) and bitmap files (halftones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF), with a resolution of at least 300 dpi at final size.

More detailed information on the submission of electronic artwork can be found at: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

Statistics

Most papers require statistical analyses to support interpretation of the data. Use of appropriate statistical analyses is critical. Not all scientists are proficient at determining the correct or most appropriate analyses to be used for the nature of the data or design of the study. If none of the authors is a statistician or quantitative biologist, it is important for the authors to consult with someone who has the appropriate expertise to provide guidance on statistical analyses.

Registration of Nucleotide and Amino Acid Sequences

Newly reported DNA or amino acid sequences must be deposited in the appropriate public databases (GenBank/EMBL/DNA Data Bank of Japan or UniProtKB/Swiss-Prot). Accession numbers must be included in the final version of the manuscript prior to publication.

Taxonomic Usage

Taxonomic usage in Marine Mammal Science should follow the List of Marine Mammal Species and Subspecies on the Society for Marine Mammalogy website. This list will periodically be updated as appropriate. Authors wishing to use a different nomenclature should explain the departure in a footnote. The Editor may seek input from the Society's Committee on Taxonomy before accepting a departure.

Submission of Manuscripts

All manuscripts should be submitted online at: <http://mc.manuscriptcentral.com/mmsci>. Useful guidelines can be found in ScholarOne's "Quick-Start Guide for Authors" and "Tips for Uploading Files in Manuscript Central" located at:

<http://mcv3help.manuscriptcentral.com/tutorials/Author.pdf>. Please contact the editorial office at atmarinemammalscience@gmail.com if you have problems submitting your manuscript. A manuscript number will be assigned to each new submission and sent to the submitting author via return email. In all correspondence beyond the initial submission, please put your assigned manuscript number on the subject line of your email.

Authors submitting a manuscript do so on the understanding that if it is accepted for publication, copyright of the article, including the right to reproduce the article in all forms and media, shall be assigned exclusively to The Society for Marine Mammalogy. The Society will not refuse any reasonable request by the author for permission to reproduce any of his or her contributions to MARINE MAMMAL SCIENCE.

Authors are responsible for the publication fee of \$15.00 (U.S.) per printed page or part thereof. If funds for publication are not supplied by an agency or grant, a waiver of the publication fee may be applied for by email to the Editor ateditor@marinemammalscience.org. Please write "waiver request" and the manuscript number on the subject line.

The F. G. Wood Student Scholarship

Forest G. Wood, a founder of the Society for Marine Mammalogy, was noted for his editorial skills. All students submitting manuscripts accepted for publication in Marine Mammal Science should indicate at the time of submission if they want to be considered for this award. The Board of Editors will select the winner from among the accepted manuscripts submitted during the interval between successive Biennial Conferences on the Biology of Marine Mammals.