Giovanna Corrêa e Figueiredo

Cetáceos na costa sudeste do Brasil: ocorrência, distribuição e inferência de nicho

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica

Orientador: Prof. Dr. Marcos César de Oliveira Santos

São Paulo

2017

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Cetáceos na costa sudeste do Brasil: ocorrência, distribuição e inferência de nicho

Giovanna Corrêa e Figueiredo

Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de
Oceanografia Biológica.

Julgada em ____/____/____

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

Prof(a). Dr(a).

Conceito

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
AGRADECIMENTOS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. NICHOS E DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES	1
1.2. CETÁCEOS NA COSTA SUDESTE DO BRASIL	7
2. OBJETIVOS	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. ÁREA DE ESTUDO	13
3.2. CRUZEIROS OCEANOGRÁFICOS	17
3.3. ANÁLISE DOS DADOS	22
3.3.1. DADOS AMBIENTAIS	22
3.3.2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	23
3.3.3. INFERÊNCIA DE NICHOS	23
4. RESULTADOS	26
4.1. ESFORÇO DE OBSERVAÇÃO	26
4.2. FOTO-IDENTIFICAÇÃO	31
4.3. REAVISTAGENS E MOVIMENTOS INDIVIDUAIS	32

4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	36
4.5. INFERÊNCIA DE NICHOS	41
5. DISCUSSÃO	46
6. CONCLUSÃO.....	58
7. BIBLIOGRAFIA.....	59
8. ANEXOS.....	75
9. MATERIAL COMPLEMENTAR	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis ambientais utilizadas neste estudo, incluindo a unidade, forma de manipulação para a elaboração de cada raster, e a fonte de onde os dados e as rasters foram obtidas.....	22
Tabela 2: Cruzeiros oceanográficos realizados pela região sudeste do Brasil durante o projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” (processo FAPESP 2011/51543-9), indicando o setor (N – norte; S – sul) em que cada um foi realizado, o número de avistagens e as espécies de cetáceos avistadas em cada cruzeiro.....	27
Tabela 3: Embarques realizados pela região sudeste do Brasil durante o projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”, indicando a data de cada cruzeiro, o número de avistagens e as espécies de cetáceos avistadas em cada cruzeiro.....	30
Tabela 4: Número de avistagens, de fotografias obtidas e de indivíduos avistados e reavistados para as espécies de cetáceos fotoidentificadas entre 2012 e 2015 no sudeste do Brasil.....	32
Tabela 5: Frequência de reavistagem para três espécies de cetáceos fotoidentificadas entre 2012 e 2015 na costa sudeste do Brasil.....	33
Tabela 6: Resultados dos testes de Shapiro-Wilk aplicados para testar a hipótese nula (H_0) de que os dados abióticos utilizados neste estudo têm distribuição normal. Valores de $p < 0,05$ rejeitam H_0	37
Tabela 7: Resultados do teste de Kruskal-Wallis, que testa se alguma das populações é diferente das demais em relação a cada variável ambiental. Valores de $p < 0,05$ rejeitam a hipótese nula de que todas as populações têm função de distribuição semelhante.	37

Tabela 8: Resultados do teste de Dunn que indica qual par de populações se difere em relação a cada variável ambiental. Valores de $p < 0,05$ indicam pares que diferem entre si.	38
Tabela 9: Valores de sobreposição do nicho fundamental (elipsoide) calculados pelo programa NicheA considerando avistagens de cetáceos no sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Os valores na diagonal principal (em negrito) indicam o volume do elipsoide de cada espécie.	41
Tabela 10: Valores de sobreposição do nicho realizado (poliedro convexo) calculados pelo programa NicheA considerando avistagens de cetáceos no sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Os valores na diagonal principal (em negrito) indicam o volume do poliedro convexo de cada espécie.	42
Tabela 11: Valores de sobreposição da área dos nichos geográficos (em km ²) estimados para as seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Os valores na diagonal principal (em negrito) indicam a área total determinada para cada espécie.	46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Diagrama BAM (Biotic, abiotic e movement, em língua inglesa). O retângulo G representa o espaço geográfico; G_A são as áreas que possuem as condições abióticas apropriadas (se refere aos pontos que correspondem ao nicho fundamental); B são as áreas que apresentam as condições biológicas apropriadas para a espécie; M são as áreas acessíveis à espécie ao longo de um período; G_P são as áreas de distribuição potencial da espécie e é composto por G_O (áreas ocupadas) e G_r (áreas invadáveis)..... 5
- Figura 2: Representação esquemática das divisões da plataforma continental na região do Estado de São Paulo. PCI: plataforma continental interna, PCM: plataforma continental média, PCE: plataforma continental externa, CB: corrente do Brasil. Adaptado de CASTRO (1996). 16
- Figura 3: Mapa da área de estudo mostrando os transectos realizados durante o projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo”, com o setor sul em branco e o setor norte em preto. A faixa cinza representa a área amostrada considerando uma distância de 5 km de alcance visual dos transectos..... 20
- Figura 4: Mapa dos transectos realizados durante o projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos” localizado na região central do litoral paulista. A faixa cinza representa a área amostrada considerando uma distância de 5 km dos transectos e o quadrado vermelho indica os limites do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS)..... 21
- Figura 6: Locais onde foram avistados cetáceos ao longo da costa do Estado de São Paulo em 17 cruzeiros realizados entre dezembro de 2012 e julho de 2015 no projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de

São Paulo” (processo FAPESP 2011/51543-9). Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Bb – *Balaenoptera bonaerensis*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Ea – *Eubalaena australis*; Mn – *Megaptera novaeangliae*; Oo – *Orcinus orca*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*. 28

Figura 7: Locais de avistagem de cetáceos na região central do litoral do Estado de São Paulo nos 24 cruzeiros realizados entre junho de 2013 e junho de 2015 no projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”. Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*. 29

Figura 8: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-de-dentes-rugosos, *Steno bredanensis*, no litoral do Estado de São Paulo entre setembro de 2013 e julho de 2014. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. O tamanho e formato da seta indicam o número de indivíduos reavistados entre os pontos. 34

Figura 9: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, no litoral do Estado de São Paulo entre julho de 2013 e junho de 2015. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. Cada seta indica o movimento de um indivíduo diferente. 34

Figura 10: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, no litoral do Estado de São Paulo entre maio de 2013 e junho de 2015. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. O tamanho e formato da seta indicam o número de indivíduos (2 ou mais) reavistados entre os pontos. 35

- Figura 11: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, no litoral do Estado de São Paulo entre maio de 2013 e junho de 2015. As setas indicam os pontos de avistagens de indivíduos reavistados mais de uma vez. O início a seta indica o local de primeira avistagem, os círculos pretos indicam locais de avistagens intermediários e a seta aponta para o local onde o indivíduo foi visto pela última vez. 35
- Figura 12: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, no litoral do estado de São Paulo entre abril de 2012 e junho de 2015. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. O tamanho e formato da seta indicam o número de indivíduos reavistados entre os pontos. 36
- Figura 13: *Boxplot* da distribuição dos dados de seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015 em relação às variáveis batimetria, distância da costa e declividade. Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*. 39
- Figura 14: *Boxplot* da distribuição dos dados de seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015 em relação às variáveis salinidade superficial média, variação da salinidade superficial, temperatura superficial média e variação da temperatura superficial. Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*. 40
- Figura 15: Projeção do nicho geográfico estimado para as seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Cores

quentes indicam pontos próximos do centroide do nicho e, portanto, mais próximos do nicho ideal estimado para cada espécie. 43

Figura 16: Sobreposição par-a-par dos nichos geográficos estimados para as seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. 44

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo financiamento do projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” (processo FAPESP 2011/51543-9), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa durante o mestrado, à Fundação de Estudos e Pesquisas Aquáticas – FUNDESPA pela bolsa de iniciação científica durante o desenvolvimento do projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”, ao IOUSP, seus docentes e funcionários por todo apoio durante o desenvolvimento dos cruzeiros oceanográficos, especialmente ao setor de transporte, ao apoio logístico das bases e aos chefes das bases de Cananéia e Ubatuba, à Society for Marine Mammalogy, ao Bill Rossiter e à Cetacean Society Internacional pelo apoio financeiro para que eu pudesse participar da 21^a Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, realizada em São Francisco, Califórnia.

Agradeço principalmente ao meu orientador e pai acadêmico, Marcos Santos. Obrigada por todos os conselhos, conversas, correções, momentos de inspiração, broncas, risadas e principalmente pela oportunidade de poder viver esse mundo dos cetáceos nos últimos cinco anos. Tenho certeza que tudo que vivi e aprendi no LABCMA me tornaram uma pessoa melhor.

Ao meus colegas e amigos do Laboratório de Biologia da Conservação de Mamíferos Aquáticos por todo apoio e ajuda nos embarques, conversas esclarecedoras e paciência quando eu aparecia cheia de dúvidas ou pedindo sugestões. Obrigada Julia Molina por ter me acompanhado nesses dois anos de disciplinas, inseguranças e descobertas.

À Karina Bohrer do Amaral por ter topado essa co-orientação, mesmo que à distância. Muito obrigada por tudo que você me ensinou, por ter quebrado tanto a cabeça comigo, pelos conselhos e pela amizade. Você foi essencial fritinha!

Ao Tsunami Rugby, minhas irmãs de time e nossa pasteleira Dri, por manterem minha cabeça no lugar e construírem essa família tão alegre. Às melhores colegas de casa, Macaca, Lara, Laura, e pets, Nádia e Gaby, por me garantirem um lugar seguro nessa loucura de São Paulo. À Jéssica, minha irmãzona, que mesmo longe está sempre me acudindo e acalmando. Ao Boi por todo incentivo. À Laís, Nati, Rolha, Iole, Sophia, Tets, Bug, Reclamão, Van, Mar, Maiara, Paolla e tantos outros amigos que tornaram essa jornada mais agradável e sempre estiveram presentes.

À minha família que sempre me deu todo o carinho do mundo para realizar meus sonhos. Especialmente aos meus maravilhosos pais. Sem o amor de vocês eu nunca chegaria até aqui!

RESUMO

Para se compreender o papel ecológico dos cetáceos são necessários maiores conhecimentos sobre suas ocorrências e distribuições. A distribuição potencial das espécies pode ser determinada a partir das áreas geográficas de ocorrência dos seus nichos. Estes podem ser definidos com o uso de variáveis ambientais, o que se demonstra uma vantagem por serem estáticas e não serem dinamicamente afetadas pelas atividades biológicas. O presente estudo tem como objetivo determinar a ocorrência e distribuição dos cetáceos ao largo da costa sudeste do Brasil com base em dados de avistagens, bem como delimitar os nichos fundamentais e a sobreposição das áreas de distribuição potencial das espécies avaliadas. Os dados de avistagem foram obtidos por meio de cruzeiros oceanográficos realizados entre 2012 e 2015. Os modelos ecológicos de nicho foram elaborados com o uso das variáveis ambientais disponibilizadas pelo MARSPEC e com o uso do software NicheA. Foram avistadas doze espécies com a realização dos cruzeiros, sendo as seis mais frequentes utilizadas para a determinação das áreas de distribuição potencial. Apesar de apresentarem diferenças quanto às preferências ambientais, a maioria das espécies de cetáceos amostrada apresentou sobreposição parcial de nicho e da área de distribuição potencial.

Palavras-chave: Modelagem ecológica de nicho, uso de área, Cetacea, Oceano Atlântico Sul Ocidental.

ABSTRACT

It is deemed important to understand cetacean occurrence and distribution to comprehend their ecological roles. The geographical occurrence of species' niche can be used to evaluate their potential distribution. The niche can be defined using environmental variables. Those variables are considered static and are not affected by biological activities. The present study goal is to access the occurrence and distribution of cetaceans along the southeastern Brazilian coast, as well as to define the fundamental niche of the species and the overlap between their potential distribution areas. Sighting data were obtained through oceanographic surveys conducted between 2012 and 2015. The environmental variables available on MARSPEC and the software NicheA were used for the ecological niche modeling. A total of twelve cetacean species were identified during the cruises. The potential distribution areas of the six commonest species were defined. Even though the species presented different environmental preferences, most of them had partial overlap between niches and potential distribution areas.

Key words: Ecological niche modeling, use of area, Cetacea, Southwestern Atlantic Ocean.

1. INTRODUÇÃO

1.1. NICHOS E DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES

A distribuição de populações de espécies é influenciada por diversos fatores que incluem a história de vida, o ambiente, as interações interespecíficas, a capacidade de dispersão dos indivíduos e as barreiras que afetem essa dispersão (HUTCHINSON, 1957; 1978; MAGUIRE, 1973; PETERSON et al., 2011). Uma das formas de se determinar a distribuição de uma espécie é determinando as áreas geográficas de ocorrência do seu nicho.

O conceito de nicho se mostra muito amplo e, em alguns casos, mal definido (PETERSON et al., 2011). HUTCHINSON (1957) classificou o nicho como um volume multidimensional no espaço ambiental, isto é, no hiperespaço n-dimensional formado pelas variáveis ambientais. MAGUIRE (1973) conceituou nicho como a capacidade e o padrão de respostas determinados geneticamente de indivíduos ou populações de uma espécie às condições ambientais, que incluem todas as características físico-químicas e biológicas do ambiente no qual a espécie vive e interage.

PETERSON et al. (2011) ressaltaram a importância de chegar-se a um conceito de nicho bem estabelecido, e definiram nicho como "as condições ecológicas necessárias para que uma espécie mantenha uma população em uma devida região em conjunto com os impactos que ela causa nos recursos disponíveis, nas espécies com as quais interage, no habitat e no meio ambiente". Os indivíduos que habitam áreas fora do nicho supostamente não se reproduziriam ou não se substituiriam e, portanto, teriam pouca significância para a espécie (PETERSON, 2003). Já os que vivem dentro dessa área contribuiriam para a formação das novas gerações, conservando as características no nicho habitado por eles (*Ibid.*).

Cada espécie possui o seu nicho e apenas um nicho, com exceção dos casos de polimorfismo (COLWELL; RANGEL, 2009). Assim, a conservação das características do nicho permite que sejam feitas previsões quanto à distribuição potencial de espécies invasoras, distribuições históricas e alterações na distribuição em função de mudanças climáticas (PETERSON, 2003; SOBERÓN; PETERSON, 2011; WARREN et al., 2008).

O nicho fundamental é o limite de tolerâncias fisiológicas às variáveis ambientais dentre as quais a espécie consegue manter taxas intrínsecas de crescimento populacional positivas (BIRCH, 1953; HUTCHINSON, 1957). Assim, o nicho de uma espécie deve ser definido a partir de observações de indivíduos que estão se reproduzindo com sucesso e mantêm crescimento positivo da população (GUISAN; THUILLER, 2005). O mesmo pode ser determinado por meio de pontos de presença, experimentos fisiológicos e princípios biofísicos que determinam os limites de tolerância das espécies (PETERSON et al., 2011). O nicho fundamental de uma espécie poder ser maior do que o espaço geográfico permite, uma vez que os limites de tolerância da espécie podem não estar representados em sua totalidade na natureza. Isso ocorre pois nem todas as combinações de variáveis ambientais adequadas para a espécie existem na área de estudo ou mesmo na Terra (AUSTIN et al., 1990; PETERSON et al., 2011). Dessa forma, nichos fundamentais são reduzidos a nichos potenciais em função do tempo e do espaço geográfico disponíveis (SOBERÓN; PETERSON, 2011).

O nicho potencial é a porção do espaço ambiental que é capaz de manter a população, sendo limitado pelas características existentes no espaço geográfico (JACKSON; OVERPECK, 2000; SOBERÓN; PETERSON, 2011). A porção do espaço ambiental que é realmente representada na área de estudo pode mudar de formato e

posição ao longo do tempo de acordo com as mudanças nas variáveis ambientais (AUSTIN et al., 1990).

As interações biológicas na área do nicho potencial vão reduzir o nicho fundamental ao nicho realizado (SOBERÓN; PETERSON, 2011). Nicho realizado é uma subamostra do nicho potencial na qual, considerando interações biológicas, como competição, predação, mutualismo e consumo de recursos, e limitações na capacidade de dispersão, a espécie é um competidor superior e pode persistir (JACKSON; OVERPECK, 2000). Apesar de ser uma etapa importante, determinar as interações bióticas (B, Fig. 1) continua sendo uma desafio para os trabalhos de modelagem ecológica de nicho, doravante denominada ENM (*ecological niche modeling*, em língua inglesa). SOBERÓN; NAKAMURA (2009) apontaram duas hipóteses sobre a falta de uso dessas interações nos modelos: 1) Os fatores bióticos se correlacionam com as variáveis ambientais e, portanto, o uso dessas variáveis captura a assinatura biótica; 2) Essas interações não afetam a distribuição da espécie quando se estuda uma grande área e com o uso de uma escala de dados ambiental fina.

Os ENMs podem ser construídos com diferentes tipos de variáveis, que irão fundamentar diferentes nichos, divididos em Grinnellianos e Eltonianos. Variáveis *scenopoetics* (ou cenopoéticas, e.g. DE MARCO JR; DE SIQUEIRA, 2009) fazem parte da construção de nichos Grinnellianos (PETERSON, 2003; PETERSON et al., 2011). Essas variáveis são não interativas e portanto não são dinamicamente afetadas pelas espécies (HUTCHINSON, 1978). Variáveis climáticas, topografia e outros fatores ambientais são exemplos de variáveis *scenopoetics*. Já nichos Eltonianos são construídos com o uso de variáveis que são dinamicamente consumíveis e podem causar competição entre as espécies (PETERSON et al., 2011). Nichos Eltonianos se orientam

em questões da comunidade, e incluem modelos de consumo de recursos e impactos causados pela espécie no ambiente (PETERSON, 2003; PETERSON et al., 2011).

Para entender completamente a distribuição de uma espécie, o ideal é trabalhar com os dois conceitos de nicho (PETERSON et al., 2011). Contudo, PETERSON et al. (2011) sugerem o uso de variáveis *scenopoéticas* para a construção de ENMs já que essas possuem grandes bancos de dados disponíveis, cobrindo uma área extensa em resoluções finas. Além disso, as alterações que essas variáveis sofrem não estão dinamicamente relacionadas com as espécies e ocorrem em uma escala de tempo muito maior do que os processos ecológicos estudados e, portanto, podem ser consideradas constantes (PETERSON et al., 2011).

A correspondência recíproca entre o nicho no espaço ambiental multidimensional e o nicho no espaço físico/geográfico é conhecida como a "dualidade de Hutchinson" (*Hutchinson's duality*, em língua inglesa, *sensu* COLWELL; RANGEL, 2009). Com o uso de modelos de nicho Grinnelliano, a dualidade se torna imediatamente operacional já que as variáveis *scenopoéticas* são facilmente transformadas em células no espaço geográfico (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009). A elaboração e interpretação de ENMs requer que os conceitos envolvidos estejam claros (PETERSON; SOBERÓN, 2012) e que os nichos que estão sendo modelados sejam identificados (QIAO et al., 2015), evitando erros na interpretação dos resultados.

O diagrama BAM é utilizado em diferentes trabalhos para ilustrar as divisões entre os nichos e como eles são delimitados por fatores ambientais e bióticos (e.g. SOBERÓN; NAKAMURA, 2009; PETERSON et al., 2011). A Figura 1 foi elaborada buscando esclarecer os conceitos ligados as delimitações dos nichos, mostrando a separação entre as áreas que são trabalhadas nos estudos de ENMs (PETERSON; SOBERÓN, 2012).

O espaço geográfico, isto é, o espaço físico com todas as suas variáveis ambientais, é representado pela área G . Essa área é delimitada pela área acessível à espécie em função das suas capacidades de dispersão (M), a área disponível em função das interações bióticas (B) e a área delimitada pelo nicho da espécie (G_A). Nesse exemplo, G_A representa a projeção da área determinada pelo nicho potencial no espaço geográfico (PETERSON, 2003; QIAO et al., 2015). Essa distribuição pode ser contígua ou composta de regiões desmembradas que não necessariamente são acessíveis ou habitadas pela espécie (PETERSON, 2003). A intersecção entre G_A e B representa a área de distribuição potencial (G_P) da espécie. A parte de G_P que está acessível em M é a área de ocorrência atual (G_O) e a área restante (G_r) representa as áreas que a espécie pode invadir caso as barreiras que limitam sua movimentação sejam rompidas.

Figura 1: Diagrama BAM (*biotic, abiotic e movement*, em língua inglesa). O retângulo G representa o espaço geográfico; G_A são as áreas que possuem as condições abióticas apropriadas (se refere aos pontos que correspondem ao nicho fundamental); B são as áreas que apresentam as condições biológicas apropriadas para a espécie; M são as áreas acessíveis à espécie ao longo de um período; G_P são as áreas de distribuição potencial da espécie e é composto por G_O (áreas ocupadas) e G_r (áreas invadáveis).

Estudos de ENM têm como principais objetivos: estimar a atual distribuição das espécies (G_O , Fig. 1); estimar os limites de tolerância das espécies às condições

ambientais; caracterizar nichos ecológicos; e transferir os modelos de nicho ao longo do espaço e do tempo antecipando potenciais distribuições como respostas às mudanças ambientais (PETERSON et al., 2011; PETERSON; SOBERÓN, 2012).

Apesar do uso de modelos com dados de presença e ausência ser um dos mais comuns, a distribuição potencial de uma espécie pode ser determinada com dados apenas de presença ou dados de presença e *background* (QIAO et al., 2015). Em muitos casos provou-se ser mais importante identificar as presenças corretamente do que identificar as ausências (PETERSON, 2003; PETERSON et al., 2011).

Modelos preditivos assumem que todas as variáveis utilizadas estão intimamente relacionadas apenas às atividades de alimentação do indivíduo e desconsideram que outras atividades são desempenhadas e podem influenciar sua distribuição, como o comportamento social do indivíduo, interações com outras espécies como predadores e competidores (PALACIOS et al., 2013). Não há algoritmos perfeitos (*silver bullets*, em língua inglesa; e.g. QIAO et al., 2015) para a determinação da distribuição de uma espécie e cada modelo apresenta melhor desempenho em diferentes circunstâncias (SOBERÓN; NAKAMURA, 2009; QIAO et al., 2015). Dessa forma, a previsão da distribuição das espécies deveria ser desenvolvida a partir de uma série de algoritmos sob uma diversidade de parâmetros e condições iniciais (QIAO et al., 2015).

PALACIOS et al. (2013) classificaram modelos como extrapolações de processos que não mudam com o tempo. O uso de dados de valores médios caracteriza um modelo estático, que não representa mudanças sazonais ou eventuais no ambiente. Entretanto, algumas variáveis sofrem alterações com o tempo e podem mudar a localização dos habitats (BAUMGARTNER et al., 2001). Além disso, cetáceos respondem de formas diferentes aos diversos fenômenos e processos ambientais

(PALACIOS et al., 2013) e essas respostas devem ser consideradas na elaboração e interpretação dos modelos.

1.2. CETÁCEOS NA COSTA SUDESTE DO BRASIL

Incluídos na ordem Cetartiodactyla (*sensu* GATESY, 2009), os cetáceos são agrupados em três clados: Archeoceti ou arqueocetos (cetáceos conhecidos apenas por registros fósseis), Mysticeti ou misticetos (cetáceos com barbatanas na boca para apreender alimento) e Odontoceti ou odontocetos (cetáceos com dentes na boca para apreender alimento). Os cetáceos apresentam adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais específicas para a vida no ambiente aquático (e.g. BERTA et al., 2006; BALLANCE, 2009; CHIVERS, 2009), já que junto aos sirênios são os únicos mamíferos a passar a vida toda na água. São reconhecidas 90 espécies de cetáceos atualmente viventes, sendo 14 espécies de misticetos e 76 odontocetos (COMMITTEE ON TAXONOMY, 2016).

Golfinhos, botos, toninhas, orcas, cachalotes, belugas, narvais e baleias-bicudas são exemplos de odontocetos. Os odontocetos possuem um único orifício respiratório, tamanho variável de 1 a 18 m de comprimento quando adultos, se alimentam de presas individuais como cefalópodes e peixes, e habitam todos os mares do planeta, desde ambientes costeiros até oceânicos, bem como o ambiente dulcícola (JEFFERSON et al., 1993; BALLANCE, 2009; PARSONS et al., 2013). Os misticetos são diferenciados pela presença de dois orifícios respiratórios, placas de barbatanas para apreender pequenos peixes e invertebrados, porte variando de 7 a 33 m de comprimento quando adultos, e podem ser encontrados em todos os oceanos (JEFFERSON et al., 1993; BALLANCE, 2009; BANNISTER, 2009; PARSONS et al., 2013).

As primeiras informações quanto à presença de cetáceos na região da plataforma continental sudeste do Brasil (PCSE) são provenientes de registros de armações de caça

à baleia, que citam as baleias-francas (*Eubalaena australis*) e cachalotes (*Physeter macrocephalus*) como as principais espécies encontradas (ELLIS, 1969). Contudo, esse tipo de informação apresenta viés, uma vez que essas eram espécies de alto valor econômico na época e, portanto, se tornavam alvo das embarcações de caça. A partir da quebra do comércio oriundo da caça e o fim das atividades das armações, a maior parte das informações referentes à presença de cetáceos nessa região passou a ser obtida com o uso de animais encontrados encalhados mortos (e.g. SAWAYA, 1938; CARVALHO, 1938; 1969), ou até mesmo com o uso de baleias como alvos de tiros efetuados pela Marinha do Brasil no litoral norte paulista (e.g. CARVALHO, 1938).

Além do uso de animais encontrados encalhados, novas pesquisas com cetáceos passaram a fazer uso de animais capturados acidentalmente em redes de pesca a partir do final da década de 1990 (BERTOZZI; ZERBINI, 2002; SIDOU, 2008) e avistagens ocasionais reportadas em diferentes fontes de mídia (e.g. SANTOS et al., 2010a). Como no caso da caça, alguns vieses devem ser considerados no caso de levantamento de dados oriundos de exemplares encontrados mortos pela costa, devido ao ocasional transporte pelas correntes oceanográficas (GERACI; LOUNSBURY, 1993). Nestes casos, pode-se obter uma informação equivocada sobre a distribuição de uma determinada espécie. O mesmo ocorre com as capturas acidentais, já que algumas espécies são mais propensas a se envolverem em tais atividades, e a área de esforço de pesca costuma ser restrita a locais onde apenas algumas espécies podem ser encontradas.

O uso de sobrevoos também é utilizado para o levantamento da distribuição de cetáceos (e.g. DANILEWICZ et al., 2010; ZERBINI et al., 2011). Contudo, essa é uma metodologia que requer investimento elevado de capital, ainda incipiente em países em desenvolvimento como o Brasil. Uma importante estratégia para avaliar padrões de

distribuição, abundância e uso de área de cetáceos passa pela realização de cruzeiros oceanográficos.

O programa “Revizee - Distribuição e Abundância Relativa de Cetáceos na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-sul do Brasil” foi um dos primeiros esforços sistemáticos para levantamento de cetáceos no Brasil, e registrou um total de três grupos de mysticetos e 17 grupos de odontocetos (ZERBINI et al., 2004). O programa trouxe informações inéditas para a região e contou com a identificação de duas espécies de mysticetos (baleia-jubarte, *Megaptera novaeangliae*, e baleia-de-Bryde, *Balaenoptera edeni*) e cinco espécies de odontocetos (orca, *Orcinus orca*, golfinho-pintado-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, golfinho-rotador, *Stenella longirostris*, e golfinho-comum, *Delphinus* spp.) na região *offshore* do sudeste do Brasil. Aquele esforço de observação representa uma das raras ocasiões onde se utilizaram plataformas móveis para levantar dados sobre a presença de cetáceos pela costa sudeste do Brasil.

Atualmente são listadas oito espécies de mysticetos e 27 espécies de odontocetos para a PCSE (ZERBINI et al., 2004; SANTOS et al., 2010a, SANTOS; FIGUEIREDO, 2016). A lista de espécies que ocorrem na PCSE foi elaborada com base em dados de avistagem de cruzeiros e sobrevoo, capturas acidentais, registros de caça e encalhes. Portanto, inclui tanto espécies costeiras como espécies oceânicas, além de registros ocasionais, como é o caso da baleia-bicuda-nariz-de-garrafa, *Hyperodon planifrons*, relatada por SANTOS e FIGUEIREDO (2016). Com exceção da baleia-de-Bryde, cujos padrões migratórios ainda são desconhecidos (SICILIANO et al., 2004), os mysticetos que ocorrem na PCSE são visitantes sazonais que chegam na região durante seu processo migratório para áreas reprodutivas em menores latitudes (e.g. LODI et al., 1996; ZERBINI et al., 1997).

As espécies de cetáceos mais comuns e mais estudadas na região costeira da PCSE são a toninha, *Pontoporia blainvillei*, e o boto-cinza, *Sotalia guianensis*. Ambas são residentes da região, ocorrem apenas na costa leste da América Latina e apresentam populações residentes em estuários como o de Paranaguá (SANTOS et al., 2009, 2010b) e de Cananéia (SANTOS et al., 2007; SANTOS; ROSSO, 2007). Outras espécies como o golfinho-pintado-do-Atlântico e o golfinho-nariz-de-garrafa podem ser residentes anuais em função dos registros de encalhes ao longo de todo ano (SANTOS et al., 2010a). Assim, estudos direcionados a essas e outras espécies possivelmente residentes da região devem ser incentivados por meio de uso de plataformas móveis em seu elemento, uma vez que novos conhecimentos sobre a ocorrência e potenciais áreas de distribuição das espécies são importantes para a elaboração de planos de conservação.

Os cetáceos podem ser encontrados em águas de diferentes profundidades, desde as águas rasas estuarinas até isóbatas com as maiores profundidades conhecidas, onde podem mergulhar até as zonas batipelágicas até cerca de 2000 m, assim como em águas com a temperatura variando de -2°C, nas regiões polares, a mais de 30°C em regiões tropicais e costeiras (BALLANCE, 2009). A presença de cetáceos em diferentes ambientes e sua distribuição não ocorrem de forma aleatória e podem estar relacionadas diretamente a variáveis ambientais como temperatura, salinidade, características batimétricas, e regime oceanográfico, ou indiretamente relacionadas à distribuição de presas (GREGR et al., 2013). Além disso, populações de uma mesma espécie podem apresentar comportamento e uso de áreas de formas diferentes quando consideradas duas áreas distintas de ocorrência (BANNISTER, 2009).

Os cetáceos têm papéis importantes para a manutenção e equilíbrio das estruturas tróficas e são considerados sentinelas do meio ambiente, sendo que sua retirada de um ecossistema pode levá-lo ao colapso (MOORE, 2008). ROMAN et al.

(2014) apresentaram as grandes baleias (misticetos e cachalote) como engenheiros dos oceanos, sendo responsáveis por influenciar os ecossistemas, agindo como grandes consumidores, presas, vetores de nutrientes e do fluxo de materiais e pelo fornecimento de material orgânico para regiões abissais com o afundamento das carcaças. Os autores apontam a importância de se entender melhor os papéis ecológicos dos grandes cetáceos para melhor avaliar a dinâmica dos ecossistemas marinhos, e como estes podem ser influenciados pela recuperação dos estoques das populações que praticamente foram extirpadas no século XX em função da caça predatória. Certamente essa linha de raciocínio pode ser empregada quando são considerados os estoques populacionais das demais espécies de cetáceos com menor porte.

Tentativas de compreender minuciosamente os papéis ecológicos dos cetáceos apontam à necessidade de maiores investimentos em obtenção de conhecimentos sobre abundância, distribuição e tendências populacionais (KASCHNER et al., 2012). BERTA et al. (2006) listaram como principais dificuldades enfrentadas nesses estudos a abordagem de espécies com distribuição global e ciclo de vida longo, e considerável tempo de permanência submersos impossibilitando a observação de indivíduos na maior parte do tempo. Os mesmos autores apontaram que índices de abundância, como captura por unidade de esforço, oriundos da caça predatória ou de capturas acidentais em operações de pesca, podem ser utilizados para inferir sobre tendências populacionais. Já métodos como a realização de cruzeiros oceanográficos, contagem de ponto fixo de indivíduos em migração, e métodos de marcação e recaptura, são imprescindíveis, porém incluem apenas uma parte da população e tendem a extrapolar os resultados gerando incertezas (*Ibid.*). Considerando as limitações das abordagens expostas, é necessário investir em esforços de pesquisa que abordem o levantamento de aspectos ecológicos relacionados a obtenção de estimativas de tamanhos populacionais, padrões

de distribuições, movimentações individuais pela área de distribuição, assim como sobre os principais aspectos que regem o uso de área pelas distintas populações viventes.

O uso de modelos estatísticos que relacionem a distribuição de populações de espécies com o ambiente é cada vez mais reconhecido como uma eficiente ferramenta para refinar o conhecimento sobre a distribuição de cetáceos (e.g. BAUMGARTNER et al., 2001; FERGUSON et al., 2005; REDFERN et al., 2006; BEST et al., 2007; BECKER et al., 2012; FRIDAY et al., 2012; DALLA-ROSA et al., 2012; PALACIOS et al., 2013; AMARAL et al., 2015). O desenvolvimento de modelos estatísticos fornece suporte científico para a melhor avaliação de impactos negativos que podem afetar a saúde dos estoques populacionais de cetáceos, e conduzir à elaboração de medidas de conservação de diversidade biológica (BEST et al., 2007; BECKER et al., 2012; DALLA-ROSA et al., 2012; GREGR et al., 2013).

Parâmetros ambientais como temperatura superficial da água, declividade, batimetria, produção primária marinha e presença de presas podem ser incluídos no modelo de acordo com o objetivo do estudo (GREGR et al., 2013). GREGR et al. (2013) listaram as três principais razões para o aumento de esforços detectado na elaboração de ENMs para os estudos de cetáceos: entender a ecologia das espécies, quantificar a relação espécie-habitat, e compreender a maior ocupação dos oceanos pelo homem.

Atualmente existem poucos trabalhos de ENMs com cetáceos na costa brasileira. DI TULLIO et al. (2016) avaliaram os padrões temporais e espaciais das espécies de cetáceos avistadas em cruzeiros oceanográficos realizados entre as isóbatas de 150 m e 1500 m na região sul e sudeste do Brasil. Os autores determinaram, por meio de análises de Kernel e ANOVA, a densidade de diferentes espécies de cetáceos

para a região do talude, não incluindo a região costeira. Já AMARAL et al. (2015) estimaram a área de distribuição de golfinhos do gênero *Stenella* a partir de dados secundários de captura acidental e avistagens e determinaram a adequabilidade de nicho para cada espécie. Apesar de incluir a região costeira da PCSE, aquele estudo utilizou uma escala espacial muito maior, considerando todo Oceano Atlântico Sul ocidental.

Descrever áreas preferenciais de ocorrência e o padrão de distribuição das espécies é um primeiro passo para entender a dinâmica populacional cetáceos, e gerar subsídios para a adoção de medidas de conservação em uma era de franca expansão de uso das áreas costeiras e oceânicas pela sociedade humana.

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo avaliar a ocorrência e distribuição de cetáceos ao largo da costa do Estado de São Paulo (SP) com base em dados de avistagens realizadas entre 2012 e 2015, bem como delimitar os nichos fundamentais estimados para as principais espécies que ocorrem na região, estimando a sobreposição da distribuição potencial das espécies avaliadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende parte da região costeira do sudeste do Brasil, entre o sul do Estado do Rio de Janeiro (RJ) e o norte do Estado do Paraná (PR). Está inserida na Bacia de Santos e na região central da PCSE, que é delimitada ao norte pelo

município de Cabo Frio (CF; 23°S) e ao sul pelo Cabo de Santa Marta (CSM; 28°40'S) (CASTRO; MIRANDA, 1998).

A PCSE é influenciada por três principais massas d'água: a Água Costeira (AC), a Água Tropical (AT) e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) (CAMPOS et al. 1995; CASTRO; MIRANDA, 1998). A AT apresenta temperatura (T) superior a 20°C, salinidade (S) maior que 36,4 e é transportada para sul pela Corrente do Brasil (CB) na camada superficial (0 a 200 m). A AC é resultado da mistura da água da drenagem continental e da água do mar e, por isso, apresenta baixa salinidade, principalmente próxima de estuários. A ACAS é caracterizada por ser mais fria e rica em nutrientes ($T < 20^{\circ}\text{C}$ e $S < 36,4$) e ficar próxima à quebra da plataforma, carregada pela camada inferior da CB entre 200 e 500 m de profundidade (CASTRO; MIRANDA, 1998).

A PCSE apresenta seus trechos mais estreitos nas bordas (50 km em CF e 70 km no CSM) e seu trecho mais largo na região central (233 km) (*Ibid.*), onde a área de estudo está localizada. No trecho em que se localiza a área de estudo, a largura da plataforma continental varia entre 70 km e 230 km e quebra da plataforma continental localizada entre 120 m e 180 m de profundidade (MAHIQUES et al., 2010).

CASTRO e MIRANDA (1998) dividiram a plataforma continental em plataforma continental interna (PCI), plataforma continental média (PCM) e plataforma continental externa (PCE), de acordo com a presença de duas frentes oceânicas (Fig. 2). A plataforma PCI é caracterizada pela presença predominante da AC, e tende a ser verticalmente homogênea devido à mistura gerada pelo vento e maré, e é separada da PCM pela presença de uma frente mais fria, com uma variação de 10°C em 20 a 40 m de profundidade e 10 a 30 km da costa.

A PCM é estratificada, com a termoclina dividindo a coluna d'água em duas camadas, sendo a inferior predominantemente ocupada pela ACAS. Durante o verão, a maior incidência de ventos nordeste favorece uma circulação que traz a ACAS mais próxima à costa, podendo ser observados processos de ressurgência na parte norte da PCSE (*Ibid.*). A intrusão da ACAS sobre a PCSE tem grande influência sobre a produtividade biológica e a economia da região (MATSUURA, 1996; CALADO et al., 2010). Durante essa época, a PCM é mais significativa, ficando de 10 a 30 km da costa até 60 a 80 km, e pode colapsar no inverno com a diminuição desse fenômeno (CASTRO et al., 2006). A PCE é caracterizada pela presença dominante da ACAS no fundo e se localiza fora da área de estudo do presente trabalho.

Figura 2: Representação esquemática das divisões da plataforma continental na região do Estado de São Paulo. PCI: plataforma continental interna, PCM: plataforma continental média, PCE: plataforma continental externa, CB: corrente do Brasil. Adaptado de CASTRO (1996).

Abrangendo aproximadamente 600 km de costa de orientação geral NE-SO, a área de estudo se apresenta em uma região que possui topografia geralmente suave com isóbatas paralelas à linha de costa. Em alguns trechos desse segmento litorâneo, a Serra do Mar se encontra mais próxima da linha de costa. Essas diferenças fazem com que haja uma grande diversidade de paisagens, tendo, no PR e em SP, ao sul do município

de Santos (24°S), o desenvolvimento de praias extensas, contínuas e retilíneas em grandes planícies, com a presença de estuários (MUEHE, 1998; TESSLER; GOYA, 2005; TESSLER et al., 2006).

A região entre Santos e São Sebastião (23°48'S), no Estado de SP, apresenta a transição entre o litoral sul e o litoral norte paulista, onde a Serra do Mar atinge diretamente a linha de costa. Neste setor o litoral é recortado, formando diversas ilhas, baías e enseadas, além de praias de pequenas dimensões caracterizadas, em sua maioria, como do tipo intermediárias a reflexivas e com poucas ondas (TESSLER et al., 2006). Essa formação se estende pelo litoral até as proximidades da baía de Ilha Grande (23°05'S), no Estado RJ.

A área de estudo envolve trechos da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Paulista (estabelecida no dia 8 de outubro de 2008 pelos decretos 53.525, 53.526 e 53.527), do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (estabelecido em 27 de setembro de 1993 pelo decreto estadual 37.537), do Parque Estadual da Ilha Anchieta (estabelecido em 26 de março de 1977 pelo decreto 9.629), da Estação Ecológica Tupinambás (estabelecida em 20 de julho de 1987 pelo decreto 94.656), da Estação Ecológica Tupiniquins (estabelecida em 21 de julho de 1986 pelo decreto 92.964) e do Refúgio da Vida Silvestre do Arquipélago de Alcatrazes (decreto de 2 de agosto de 2016), que corroboram a necessidade de levantamento de maiores informações sobre as espécies que ocupam esses ambientes de forma a garantir a proteção dos recursos vivos lá encontrados.

3.2. CRUZEIROS OCEANOGRÁFICOS

Os dados relativos à presença de cetáceos na área de estudo foram obtidos por meio de cruzeiros de avistagem incluídos nos projetos desenvolvidos pelo Laboratório de Biologia da Conservação de Mamíferos Aquáticos (LABCMA). O projeto

“Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” (processo FAPESP 2011/51543-9) surgiu como um auxílio a pesquisa solicitado à FAPESP em 2011 para executar um primeiro passo na avaliação da ocorrência de cetáceos em toda a extensão da costa do Estado de São Paulo com plataforma móvel. Já o projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos” foi criado como parte da compensação ambiental requerida pelo IBAMA em função de uma tubulação utilizada pela Petrobrás. Essa tubulação liga o campo de Mexilhão a Praia Grande e passa pela zona de amortecimento do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS).

Para ambos os projetos foi aplicada a mesma metodologia. A equipe de pesquisadores foi composta por quatro integrantes em uma embarcação com 15 m de comprimento propulsão por motores de 500 HP e a uma velocidade média de 15 a 17 nós. As avistagens foram realizadas por dois observadores, posicionados um a bombordo e outro a boreste, que monitoravam 90° do lado em que se encontravam em relação à derrota da embarcação. Um terceiro observador foi responsável pela tomada de dados e auxílio aos dois observadores que se localizavam na área externa da embarcação. Os quatro pesquisadores alternavam entre as tarefas realizadas a cada 30 minutos, formando um turno de 1 hora e 30 minutos de trabalho por 30 minutos de descanso. Informações sobre a posição da embarcação, hora, condição do mar (escala Beaufort), visibilidade, altura das ondas, e reflexo da luz do solar na superfície do mar que dificulta a observação foram anotadas a cada 30 minutos com a troca das posições dos pesquisadores, e com o fim de cada transecto ou avistagem de um novo grupo.

Quando um grupo de cetáceos foi encontrado, foram obtidas as informações do término do trabalho de esforço de deslocamento, e a embarcação se aproximava do grupo avistado. Foram então tomados os seguintes dados: identificação da espécie

avistada (ou até o maior nível de identificação possível), posição do grupo (coordenadas geográficas), profundidade da coluna d'água, salinidade e temperatura na superfície da água e estimativa do tamanho de grupo avistado. Fotografias de nadadeiras dorsais foram obtidas com a utilização de máquina digital reflex e lentes de zoom de 400 mm e 300 mm, com intuito de avaliar movimentações individuais pela área de estudo em futuras recapturas.

As fotografias dos indivíduos de cada espécie avistada foram analisadas em laboratório com base nos critérios descritos em SANTOS e ROSSO (2008). Depois de separados os indivíduos com marcas naturais a compor um catálogo de identificações individuais, a forma das nadadeiras dorsais foi moldada para futuras comparações com o uso do programa computacional Darwin (STEWMAN et al., 2006). Para os indivíduos registrados em mais de uma ocasião foi calculada a distância mínima percorrida entre os pontos de avistagem.

Os transectos do projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” foram elaborados com base na batimetria da região, sendo posicionados entre 15 e 50 m de profundidade. Além disso, as principais ilhas do litoral foram incluídas no seu trajeto, uma vez que as mesmas podem funcionar como exportadores de biomassa para as teias tróficas locais, o que atrairia a presença e interferiria no uso de área pelos cetáceos. Devido à extensão da área de estudo, os cruzeiros foram divididos em setores norte, entre Santos e Ubatuba, e sul, entre o norte do Estado do Paraná e o município de Santos (Fig. 3), sendo que cada setor foi coberto em um período de três dias. A divisão entre norte e sul foi estritamente logística e não foi efetuada com base em características ambientais que separem esses setores em diferentes domínios oceanográficos.

Figura 3: Mapa da área de estudo mostrando os transectos realizados durante o projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo”, com o setor sul em branco e o setor norte em preto. A faixa cinza representa a área amostrada considerando uma distância de 5 km de alcance visual dos transectos.

Já os transectos do projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos” foram elaborados de forma a cobrir a maior área possível em torno do PEMLS em um dia de trabalho (Fig. 4). Em ambos os projetos os transectos foram elaborados baseados em BUCKLAND et al. (2001) e SUTHERLAND (2006) e considerando um limite de 5 km de distância da embarcação para a detecção de cetáceos pelos observadores.

Figura 4: Mapa dos transectos realizados durante o projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos” localizado na região central do litoral paulista. A faixa cinza representa a área amostrada considerando uma distância de 5 km dos transectos e o quadrado vermelho indica os limites do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS).

Para os dados de reavistagens foram incluídos indivíduos avistados em outros cruzeiros oceanográficos realizados dentro da área de estudo sem que estivessem atrelados à sistematização no tempo e no espaço, como ocorreu com um programa de avistagens de cetáceos realizado em 2012 e 2013 por meio de uma ação integrada envolvendo a ESEC Tupinambás, o Iate Clube da Barra do Una, o Yatch Club de Ilhabela e o LABCMA (ver Material Complementar). Esses cruzeiros tiveram menor periodicidade e, portanto, não foram incluídos nos dados de ocorrência e ENM.

3.3. ANÁLISE DOS DADOS

3.3.1. DADOS AMBIENTAIS

Os dados ambientais foram obtidos a partir de *rasters* ambientais globais de alta resolução disponibilizadas pelo sistema MARSPEC (SBROCCO; BARBER, 2013) (Tab. 1). Todas as bases ambientais disponibilizadas pelo MARSPEC estão disponíveis em formato ESRI *raster* com resolução espacial de 30 arc-segundos (conhecidos como *grids* de 1km) e são especialmente úteis para estudos de águas rasas e superficiais. As bases de dados foram editadas no software ArcMapTM (Esri, www.esri.com). Todas as camadas foram cortadas para o tamanho da área de estudo utilizando a ferramenta “Extrair por Máscara”. Os valores das variáveis foram extraídos para cada ponto de avistagem e as avistagens sem valores disponíveis para todas as variáveis foram excluídas das análises.

Tabela 1: Variáveis ambientais utilizadas neste estudo, incluindo a unidade, forma de manipulação para a elaboração de cada *raster*, e a fonte de onde os dados e as *rasters* foram obtidas.

Variável	Unidade	Manipulação	Fonte
Batimetria	m	Modelo global de elevação e topografia do assoalho oceânico	SRTM30 PLUS V6.0 [#]
Declividade	°	Modelo global de elevação e topografia do assoalho oceânico	SRTM30 PLUS V6.0 [#]
Distância da costa	km	Modelo global de elevação e topografia do assoalho oceânico	SRTM30 PLUS V6.0 [#]
Temperatura (média)	°C	Média temporal das climatologias mensais (2002-2010)	Aqua-MODIS*
Temperatura (variação)	°C	Variação temporal das climatologias mensais (2002-2010)	Aqua-MODIS*
Salinidade (média)	PSU	Média temporal das climatologias mensais (1955-2006)	NOAA's World Ocean Atlas 2009 ^{\$}
Salinidade (variação)	PSU	Variação temporal das climatologias mensais (1955-2006)	NOAA's World Ocean Atlas 2009 ^{\$}

[#]BECKER et al., 2009; *<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>; ^{\$}ANTONOV et al., 2010

3.3.2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para as espécies com maior frequência de avistagens ($n > 5$), foram realizadas análises estatísticas com o uso do programa R versão 3.2.4 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016) buscando compará-las em relação às diferentes variáveis ambientais. Para testar a normalidade, isto é, se a frequência de distribuição dos valores dos dados é semelhante ao da curva normal (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998) sendo aproximadamente simétrica em torno de um valor médio (BOTTER et al., 1996), foi utilizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (*shapiro.test* do pacote *stats* versão 3.2.4). Em seguida foi realizado o teste de Kruskal-Wallis com o uso do *kruskal.test* disponível no mesmo pacote. O teste de Kruskal-Wallis é uma análise não paramétrica de variância por ranqueamento e testa a hipótese nula que as funções de distribuição são iguais entre as k populações (ZAR, 1996). A rejeição da hipótese nula no teste de Kruskal-Wallis indica que ao menos uma das k populações se diferencia de pelo menos uma outra população (CONOVER, 1999; ZAR, 1996). Para se determinar qual par de populações se diferencia, foi utilizado o teste de Dunn (*dunn.test* do pacote *dunn.test* versão 1.3.2), que faz múltiplas comparações usando a soma dos ranqueamentos (DUNN, 1964). Para todas as análises descritas foi adotado $\alpha = 0,05$ como nível de significância.

3.3.3. INFERÊNCIA DE NICHOS

A estimativa do nicho das espécies foi feita com o uso do programa computacional NicheA, que utiliza variáveis *scenopoetics* (não interativas) para a estimativa de nichos Grinnellianos (QIAO et al., 2016). O processo de estimativa do nicho de cada espécie se divide em três etapas principais (Fig. 5). Na primeira etapa são inseridas as variáveis ambientais (Tab. 1) em formato .asc com as quais o programa realiza uma análise de componente principal (PCA) e, a partir das três componentes

principais, o programa cria uma nuvem de pontos que caracteriza o espaço ambiental disponível para a espécie (*Ibid.*). A PCA é baseada na dispersão de matrizes entre os descritores e resume em poucas dimensões (componentes principais) a variabilidade de um grande número de descritores (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). Além disso, permite entender o papel dos descritores originais na formação dos componentes principais. A PCA é realizada nessa etapa para reduzir o número de descritores e a colinearidade, reduzindo o *overfitting* ou parametrização do modelo (ESCOBAR et al., 2017). Em seguida, os pontos de ocorrência (latitude e longitude) das espécies são inseridos no sistema.

Para a modelagem de nicho ecológico na segunda etapa, a partir dos pontos de ocorrência o programa delimita o nicho realizado (poliedro) e o nicho fundamental (elipsoide) de cada espécie na nuvem de pontos multidimensional do espaço ambiental, evitando viés que poderia ser gerado caso os nichos fossem trabalhados no espaço geográfico (QIAO et al., 2016). O programa trabalha com o pressuposto que os nichos fundamentais têm forma convexa (BIRCH, 1953; MAGUIRE, 1967; SOBERÓN, NAKAMURA 2009) e, portanto, podem ser operacionalizados como elipsoides de volume mínimo e poliedros convexos. Em uma terceira etapa, o nicho fundamental é transferido para o espaço geográfico, permitindo identificar as áreas mais próximas do centroide do nicho da espécie e, portanto, onde ocorrem condições mais adequadas.

Figura 5: Fluxograma para a estimativa do nicho ambiental e geográfico pelo programa NicheA. O processo se divide em três etapas principais: o input de dados (esquerda), a modelagem no nicho ambiental (centro) e a representação geográfica do nicho estimado (direita). Adaptado de ESCOBAR et al. (2017).

Para cada par de espécies foi calculado o volume e a sobreposição das elipsoides (nicho fundamental) e dos poliedros convexos (nicho realizado) no espaço ambiental pelo programa NicheA. Além disso, após a transferência das elipsoides para o espaço geográfico, a área correspondente ao nicho fundamental de cada espécie, bem como a sobreposição entre pares de espécies, foram calculadas utilizando o programa ArcGIS. Para a realização desse último passo, as projeções do nicho no espaço geográfico foram transformadas em mapas binários, onde áreas dentro do elipsoide ou adequadas assumiam valor 1, e áreas fora do elipsoide ou não adequadas assumiam valor 0. Para isso foi utilizada a ferramenta “Calculadora Raster”. Em seguida, os mapas foram editados com a ferramenta “Reclassificar” para que apenas a área dentro do elipsoide ficasse disponível e, então, convertidos para formato shape com a ferramenta “De Raster Para Polígono”. Os polígonos tiveram a sua projeção definida para o sistema de coordenadas cartesianas UTM (WGS84 23’S) e as suas áreas calculadas. A área

sobreposta foi calculada após a definição da sobreposição dos nichos com o uso da ferramenta “Intersecção”.

4. RESULTADOS

4.1. ESFORÇO DE OBSERVAÇÃO

O projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” contou com 17 cruzeiros realizados entre dezembro de 2012 e julho de 2015, totalizando 50 dias de amostragem e aproximadamente 8826 km de transectos percorridos (Tab. 2). Nos 17 embarques foram avistados 59 grupos de doze espécies diferentes (Fig. 6), sendo cinco de misticetos e sete de odontocetos. Foi obtida uma média de 3,5 avistagens por cruzeiro. Em apenas dois cruzeiros não foram avistados cetáceos. O setor norte contou com um número maior de avistagens do que o setor sul, tendo taxa de avistagens de 1,3 e 1,0 grupos por dia, respectivamente. As espécies mais avistadas foram *S. frontalis*, *T. truncatus* e *B. edeni*, com onze avistagens cada.

Tabela 2: Cruzeiros oceanográficos realizados pela região sudeste do Brasil durante o projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” (processo FAPESP 2011/51543-9), indicando o setor (N – norte; S – sul) em que cada um foi realizado, o número de avistagens e as espécies de cetáceos avistadas em cada cruzeiro.

Cruzeiro	Data	Setor	Nº de avistagens	Espécies
1	5 - 7 Dez 2012	N	6	Be (3), Tt, Oo, Sb
2	11 - 13 Jun 2013	N	4	Sf, Be (2), Sg
3	2, 3 e 10 Set 2013	S	6	Ea, Be (2), Sb, Tt, Ba
4	28 - 30 Jan 2014	N	3	Sf, Be (2)
5	10 - 12 Fev 2014	S	2	Sf, Tt
6	25 - 27 Fev 2014	S	4	Sf, Tt, Sg (2)
7	6 - 8 Mai 2014	N	7	Pb (2), Sg, Tt, Bb, Sf
8	13 - 15 Mai 2014	S	0	-
9	30 e 31 Jul e 1 Ago 2014	N	3	Pb, Be, Sb
10	19 - 21 Ago 2014	S	6	Mn, Sf, Ba, Tt (2), Sg
11	11 - 13 Nov 2014	N	1	Tt
12	17 - 19 Dec 2014	N	6	Tt (2), Pb (2), Be, Sf
13	20, 21 e 26 Jan 2015	S	1	Sf
14	3 - 5 Fev 2015	S	2	Sb, Sf
15	10 - 12 Fev 2015	N	1	Dd
16	8 e 9 Jun 2015	N	7	Sf (2), Mn, Pb, Sg, Dd, Tt
17	28 - 30 Jul 2015	N	0	-

Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Bb – *Balaenoptera bonaerensis*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Ea – *Eubalaena australis*; Mn – *Megaptera novaeangliae*; Oo – *Orcinus orca*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

Figura 6: Locais onde foram avistados cetáceos ao longo da costa do Estado de São Paulo em 17 cruzeiros realizados entre dezembro de 2012 e julho de 2015 no projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” (processo FAPESP 2011/51543-9). Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Bb – *Balaenoptera bonaerensis*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Ea – *Eubalaena australis*; Mn – *Megaptera novaeangliae*; Oo – *Orcinus orca*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

O projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos” contou com 24 embarques realizados entre os meses de junho de 2013 e 2015, totalizando 24 dias de amostragem e aproximadamente 3346 km navegados (Tab. 3). Com uma média de 0,8 avistagens por embarque, um total de 18 grupos e cinco espécies foram avistados, sendo três grupos de mysticetos e 15 de odontocetos (Fig. 7). O golfinho-pintado-do-Atlântico foi a espécie mais avistada nesse projeto, representando 67% das avistagens.

Figura 7: Locais de avistagem de cetáceos na região central do litoral do Estado de São Paulo nos 24 cruzeiros realizados entre junho de 2013 e junho de 2015 no projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”. Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*.

Tabela 3: Embarques realizados pela região sudeste do Brasil durante o projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”, indicando a data de cada cruzeiro, o número de avistagens e as espécies de cetáceos avistadas em cada cruzeiro.

Cruzeiro	Data	Nº de avistagens	Espécies
1	7 Jun 2013	0	-
2	30 Jul 2013	0	-
3	31 Jul 2013	1	Sf
4	27 Nov 2013	2	Be, Sf
5	28 Nov 2013	1	Be
6	4 Fev 2014	0	-
7	5 Fev 2014	1	Sf
8	1 Abr 2014	4	Sf (4)
9	24 Jun 2014	1	Sf
10	25 Jun 2014	1	Ba
11	2 Set 2014	0	-
12	30 Set 2014	0	-
13	10 Out 2014	0	-
14	15 Out 2014	0	-
15	11 Dez 2014	0	-
16	15 Jan 2015	1	Sf
17	26 Fev 2015	1	Sb
18	27 Abr 2015	0	-
19	18 Mai 2015	0	-
20	19 Mai 2015	1	Sb
21	20 Mai 2015	1	Dd
22	25 Mai 2015	0	-
23	26 Mai 2015	1	Sf
24	8 Jun 2015	2	Sf (2)

Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*.

As informações sobre cada avistagem e os valores obtidos para cada variável ambiental são apresentados no Anexo 1. Os tamanhos de grupos de misticetos variaram entre indivíduos solitários até 4 indivíduos (média = 1,6 indivíduos), e para os odontocetos entre 2 e 250 indivíduos (média = 47,6 indivíduos).

As avistagens foram reportadas em águas com profundidades variando entre 5 m e 76 m, entre 1 km e 49 km de distância da costa e com declividade variando entre 0° e 7°. Já a temperatura média superficial da água nas avistagens variou entre 22,9°C e 24,0°C, com média de 23,6°C, e a variação da temperatura superficial entre 4,6°C e 7,3°C. A salinidade média superficial da água variou entre 34,3 e 35,8, com média de 35,3 e variação da salinidade superficial entre 0,6 e 1,2.

4.2. FOTO-IDENTIFICAÇÃO

Nos 41 cruzeiros foram obtidas 36498 fotografias, das quais 5883 (16,1%) foram classificadas com qualidade 2 (SANTOS; ROSSO, 2008), isto é, qualidade suficiente para identificar indivíduos em uma população ou estoque populacional (Tab. 4). Essas fotografias renderam a identificação de 461 indivíduos de doze espécies diferentes e três dessas doze espécies tiveram parte de seus indivíduos reavistados em outros grupos em embarques realizados na área de estudo.

Tabela 4: Número de avistagens, de fotografias obtidas e de indivíduos avistados e reavistados para as espécies de cetáceos fotoidentificadas entre 2012 e 2015 no sudeste do Brasil.

Espécie	Nº de avistagens	Total	Fotos 2	% Útil	Nº de Identificados	Nº de Reavistados*
Ba	3	1192	155	13,0	4	0
Bb	1	446	19	4,3	1	0
Be	13	2245	211	9,4	5	0
Dd	3	840	218	26,0	14	0
Ea	1	-	-	-	0	0
Mn	2	417	79	18,9	1	0
Oo	1	1174	295	25,1	6	0
Pb	7	1042	20	1,9	1	0
Sb	6	3504	754	21,5	73	22
Sf	23	12743	1643	12,9	178	30
Sg	6	1323	104	7,9	1	0
Tt	11	11572	2385	20,6	177	24
Geral	77	36489	5883	16,1	461	76

*inclui indivíduos identificados em outros projetos realizados pelo LABCMA pela costa do Estado de São Paulo. Espécies: Ba – *Balaenoptera acutorostrata*; Bb – *Balaenoptera bonaerensis*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Ea – *Eubalaena australis*; Mn – *Megaptera novaeangliae*; Oo – *Orcinus orca*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

4.3. REAVISTAGENS E MOVIMENTOS INDIVIDUAIS

As reavistagens individuais ocorreram em intervalos que variaram de 82 a 979 dias e envolveu distâncias que variaram entre 2 e 179 km. Na maior parte dos casos os indivíduos foram reavistados apenas uma vez (71 indivíduos), contudo dois indivíduos de *T. truncatus*, *S. frontalis* e do golfinho-de-dentes-rugosos, *S. bredanensis*, foram reavistados duas vezes, e um indivíduo de *S. frontalis* foi reavistado três vezes (Tab. 5). Os mapas com os pontos de reavistagens são apresentados na Figura 8 para o golfinho-

de-dentes-rugosos, nas Figuras 9 a 11 para o golfinho-pintado-do-Atlântico, e na Figura 12 para o golfinho-nariz-de-garrafa. São apresentadas três figuras para *S. frontalis* em função da maior densidade de dados, expondo os casos de uma, duas e três reavistagens de forma separada, evitando-se assim confeccionar uma única figura com excesso de pontos de deslocamentos indicados.

Tabela 5: Frequência de reavistagem para três espécies de cetáceos fotoidentificadas entre 2012 e 2015 na costa sudeste do Brasil.

Espécie	# reavistagens	# indivíduos	Intervalo (dias)			Distância (km)		
			Max	Min	Med	Max	Min	Med
<i>Steno bredanensis</i>	1	21	955	82	552	171	12	56
	2	1	-	-	893	-	-	37
<i>Stenella frontalis</i>	1	28	765	13	280	114	2	29
	2	3	677	433	535	64	39	142
	3	1	-	-	677	-	-	72
<i>Tursiops truncatus</i>	1	22	979	82	396	179	7	25
	2	2	-	-	427	-	-	186

Figura 8: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-de-dentes-rugosos, *Steno bredanensis*, no litoral do Estado de São Paulo entre setembro de 2013 e julho de 2014. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. O tamanho e formato da seta indicam o número de indivíduos reavistados entre os pontos.

Figura 9: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, no litoral do Estado de São Paulo entre julho de 2013 e junho de 2015. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. Cada seta indica o movimento de um indivíduo diferente.

Figura 10: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, no litoral do Estado de São Paulo entre maio de 2013 e junho de 2015. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. O tamanho e formato da seta indicam o número de indivíduos (2 ou mais) reavistados entre os pontos.

Figura 11: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-pintados-do-Atlântico, *Stenella frontalis*, no litoral do Estado de São Paulo entre maio de 2013 e junho de 2015. As setas indicam os pontos de avistagens de indivíduos reavistados mais de uma vez. O início a seta indica o local de primeira avistagem, os círculos pretos indicam locais de avistagens intermediários e a seta aponta para o local onde o indivíduo foi visto pela última vez.

Figura 12: Pontos de avistagem e reavistagem de golfinhos-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus*, no litoral do estado de São Paulo entre abril de 2012 e junho de 2015. As setas indicam o ponto de primeira avistagem e apontam para o ponto da reavistagem. O tamanho e formato da seta indicam o número de indivíduos reavistados entre os pontos.

4.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os testes estatísticos e as análises de nicho foram aplicados para as espécies mais frequentes ($n > 5$ avistagens): *S. frontalis* ($n=23$), *T. truncatus* ($n=11$), *B. edeni* ($n=11$), *P. blainvillei* ($n=7$), *S. guianensis* ($n=6$) e *S. bredanensis* ($n=6$).

Foram aplicados testes não-paramétricos para as análises estatísticas uma vez que o teste de normalidade apontou que a maior parte das variáveis não segue uma distribuição normal (Tab. 6). O teste de Kruskal-Wallis (Tab. 7) e o teste de Dunn (Tab. 8) apontaram que os seguintes pares de espécies se diferem significativamente em relação às variáveis ambientais analisadas: *S. bredanensis* – *S. guianensis* e *S. frontalis* – *S. guianensis* em relação à variável batimetria, *P. blainvillei* – *S. frontalis* e *S. frontalis* – *S. guianensis* em relação à distância da costa, *S. frontalis* – *S. guianensis* e *P. blainvillei* – *T. truncatus* em relação à salinidade média superficial e *B. edeni* – *S.*

frontalis e *B. edeni* - *T. truncatus* em relação à variação de temperatura superficial (Figs. 13 e 14).

Tabela 6: Resultados dos testes de Shapiro-Wilk aplicados para testar a hipótese nula (H_0) de que os dados abióticos utilizados neste estudo têm distribuição normal. Valores de $p < 0,05$ rejeitam H_0 .

Variável	Espécies					
	Sf	Tt	Be	Pb	Sg	Sb
Batimetria	W = 0,770 p < 0,05	W = 0,881 p > 0,05	W = 0,971 p > 0,05	W = 0,804 p < 0,05	W = 0,941 p > 0,05	W = 0,967 p > 0,05
Distância da costa	W = 0,939 p > 0,05	W = 0,752 p < 0,05	W = 0,789 p < 0,05	W = 0,720 p < 0,05	W = 0,860 p > 0,05	W = 0,934 p > 0,05
Declividade	W = 0,681 p < 0,05	W = 0,815 p < 0,05	W = 0,820 p < 0,05	W = 0,819 p > 0,05	W = 0,771 p < 0,05	W = 0,736 p < 0,05
Salinidade (média)	W = 0,909 p < 0,05	W = 0,847 p > 0,05	W = 0,776 p < 0,05	W = 0,795 p < 0,05	W = 0,797 p > 0,05	W = 0,935 p > 0,05
Salinidade (variação)	W = 0,878 p < 0,05	W = 0,934 p > 0,05	W = 0,864 p < 0,05	W = 0,840 p > 0,05	W = 0,766 p < 0,05	W = 0,939 p > 0,05
Temperatura (média)	W = 0,983 p > 0,05	W = 0,943 p > 0,05	W = 0,939 p > 0,05	W = 0,808 p < 0,05	W = 0,787 p < 0,05	W = 0,920 p > 0,05
Temperatura (variação)	W = 0,910 p < 0,05	W = 0,900 p > 0,05	W = 0,840 p < 0,05	W = 0,971 p > 0,05	W = 0,968 p > 0,05	W = 0,887 p > 0,05

Espécies: Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

Tabela 7: Resultados do teste de Kruskal-Wallis, que testa se alguma das populações é diferente das demais em relação a cada variável ambiental. Valores de $p < 0,05$ rejeitam a hipótese nula de que todas as populações têm função de distribuição semelhante.

Batimetria	$X^2 = 20,939$; p < 0,05
Distância da costa	$X^2 = 15,687$; p < 0,05
Declividade	$X^2 = 4,587$; p > 0,05
Salinidade (média)	$X^2 = 15,687$; p < 0,05
Salinidade (variação)	$X^2 = 1,043$; p > 0,05
Temperatura (média)	$X^2 = 9,172$; p > 0,05
Temperatura (variação)	$X^2 = 13,162$; p < 0,05

Tabela 8: Resultados do teste de Dunn que indica qual par de populações se difere em relação a cada variável ambiental. Valores de $p < 0,05$ indicam pares que diferem entre si.

Variável	Bat.	Dist. costa	Decl.	Sal. (média)	Sal. (variação)	Temp. (média)	Temp. (variação)
Be – Pb	Z = -2,45 p > 0,05	Z = 1,96 p > 0,05	Z = -0,73 p > 0,05	Z = -1,03 p > 0,05	Z = 0,20 p > 0,05	Z = -1,94 p > 0,05	Z = -0,45 p > 0,05
Be – Sb	Z = 0,59 p > 0,05	Z = -1,00 p > 0,05	Z = 0,36 p > 0,05	Z = 0,99 p > 0,05	Z = -0,49 p > 0,05	Z = 0,93 p > 0,05	Z = -0,93 p > 0,05
Pb – Sb	Z = 2,59 p > 0,05	Z = -2,54 p > 0,05	Z = 0,93 p > 0,05	Z = 1,75 p > 0,05	Z = -0,60 p > 0,05	Z = 2,46 p > 0,05	Z = -0,44 p > 0,05
Be – Sf	Z = -0,09 p > 0,05	Z = -1,86 p > 0,05	Z = 1,43 p > 0,05	Z = 2,48 p > 0,05	Z = -0,43 p > 0,05	Z = 0,13 p > 0,05	Z = -2,93 p < 0,05
Pb – Sf	Z = 2,59 p > 0,05	Z = -3,62 p < 0,05	Z = 1,93 p > 0,05	Z = 3,12 p < 0,05	Z = -0,56 p > 0,05	Z = 2,21 p > 0,05	Z = -1,87 p > 0,05
Sb – Sf	Z = -0,70 p > 0,05	Z = -0,33 p > 0,05	Z = 0,69 p > 0,05	Z = 0,82 p > 0,05	Z = 0,20 p > 0,05	Z = -0,90 p > 0,05	Z = -1,23 p > 0,05
Be – Sg	Z = -2,64 p > 0,05	Z = 1,75 p > 0,05	Z = 0,41 p > 0,05	Z = 1,56 p > 0,05	Z = 0,10 p > 0,05	Z = -0,85 p > 0,05	Z = -1,75 p > 0,05
Pb – Sg	Z = -0,28 p > 0,05	Z = -0,10 p > 0,05	Z = 0,97 p > 0,05	Z = 2,25 p > 0,05	Z = -0,08 p > 0,05	Z = 0,88 p > 0,05	Z = -1,17 p > 0,05
Sb – Sg	Z = -2,77 p < 0,05	Z = 2,35 p > 0,05	Z = 0,04 p > 0,05	Z = 0,49 p > 0,05	Z = 0,51 p > 0,05	Z = -1,52 p > 0,05	Z = -0,70 p > 0,05
Sf – Sg	Z = -2,78 p < 0,05	Z = 3,29 p < 0,05	Z = -0,63 p > 0,05	Z = -0,20 p > 0,05	Z = 0,43 p > 0,05	Z = -1,01 p > 0,05	Z = 0,34 p > 0,05
Be – Tt	Z = -1,57 p > 0,05	Z = -0,65 p > 0,05	Z = 0,63 p > 0,05	Z = 2,32 p > 0,05	Z = 0,34 p > 0,05	Z = 0,78 p > 0,05	Z = -2,80 p < 0,05
Pb – Tt	Z = 0,99 p > 0,05	Z = -2,42 p > 0,05	Z = 1,23 p > 0,05	Z = 2,96 p < 0,05	Z = 0,10 p > 0,05	Z = 2,51 p > 0,05	Z = -1,96 p > 0,05
Sb – Tt	Z = -1,85 p > 0,05	Z = 0,43 p > 0,05	Z = 0,17 p > 0,05	Z = 0,94 p > 0,05	Z = 0,74 p > 0,05	Z = -0,25 p > 0,05	Z = -1,40 p > 0,05
Sf – Tt	Z = -1,66 p > 0,05	Z = 0,98 p > 0,05	Z = -0,61 p > 0,05	Z = 0,30 p > 0,05	Z = 0,77 p > 0,05	Z = 0,75 p > 0,05	Z = -0,42 p > 0,05
Sg – Tt	Z = 1,25 p > 0,05	Z = -2,20 p > 0,05	Z = 0,13 p > 0,05	Z = 0,40 p > 0,05	Z = 0,18 p > 0,05	Z = 1,45 p > 0,05	Z = -0,61 p > 0,05

Espécies: Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

Figura 13: *Boxplot* da distribuição dos dados de seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015 em relação às variáveis batimetria, distância da costa e declividade. Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

Figura 14: *Boxplot* da distribuição dos dados de seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015 em relação às variáveis salinidade superficial média, variação da salinidade superficial, temperatura superficial média e variação da temperatura superficial. Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

4.5. INFERÊNCIA DE NICHOS

Os elipsoides dos nichos ambientais calculados pelo programa NicheA podem ser visualizados em dois ângulos diferentes nas imagens A e B do Anexo 2. As imagens D – H mostram apenas dois elipsoides em diferentes ângulos de visão permitidos pelo programa. Os volumes calculados para cada um dos elipsoides no espaço ambiental e a sobreposição par-a-par dos mesmos entre as seis espécies analisadas são apresentados nas Tabelas 9 e 10. O golfinho-de-dentes-rugosos apresentou os menores volumes de nicho, e a baleia-de-Bryde apresentou os maiores. Todas as espécies apresentaram sobreposição de nicho ambiental, exceto *S. bredanensis* e *S. guianensis* para os nichos fundamental e realizado e *S. bredanensis* e *P. blainvillei* para o nicho realizado. Considerando o volume, as maiores sobreposições detectadas aconteceram entre *B. edeni* e *P. blainvillei* e *B. edeni* e *S. frontalis* para o nicho fundamental, e entre *B. edeni* e *S. frontalis* e *B. edeni* e *T. truncatus* para o nicho realizado.

Tabela 9: Valores de sobreposição do nicho fundamental (elipsoide) calculados pelo programa NicheA considerando avistagens de cetáceos no sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Os valores na diagonal principal (em negrito) indicam o volume do elipsoide de cada espécie.

Espécies	Be	Pb	Sb	Sf	Sg	Tt
Be	7,11	-	-	-	-	-
Pb	2,42	3,55	-	-	-	-
Sb	0,43	0,12	0,61	-	-	-
Sf	3,26	1,23	0,45	4,33	-	-
Sg	1,75	1,54	0	0,34	4,78	-
Tt	2,10	1,31	0,16	1,42	0,77	6,12

Espécies: Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

Tabela 10: Valores de sobreposição do nicho realizado (poliedro convexo) calculados pelo programa NicheA considerando avistagens de cetáceos no sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Os valores na diagonal principal (em negrito) indicam o volume do poliedro convexo de cada espécie.

Espécies	Be	Pb	Sb	Sf	Sg	Tt
Be	1,96	-	-	-	-	-
Pb	0,41	0,58	-	-	-	-
Sb	0,06	0	0,09	-	-	-
Sf	0,72	0,03	0,08	1,10	-	-
Sg	0,13	0,17	0	0,01	0,95	-
Tt	0,53	0,08	0,01	0,31	0,06	1,57

Espécies: Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

A Figura 15 apresenta a projeção dos nichos fundamentais (elipsoides) projetados no espaço geográfico. O golfinho-de-dentes-rugosos apresentou a área de distribuição potencial mais restrita entre as seis espécies. A baleia-de-Bryde cobriu a maior área de distribuição potencial, e o golfinho-nariz-de-garrafa se distribuiu pela maior extensão na linha de costa. As maiores sobreposições da área de distribuição potencial ficaram com os pares *B. edeni* - *S. frontalis* e *B. edeni* - *T. truncatus* (Fig. 16 e Tab. 11). O golfinho-de-dentes-rugosos teve 99% da área sobreposta pela baleia-de-Bryde, 98% sobreposta pelo golfinho-pintado-do-Atlântico e não apresentou nenhuma sobreposição com o boto-cinza.

Figura 15: Projeção do nicho geográfico estimado para as seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Cores quentes indicam pontos próximos do centroide do nicho e, portanto, mais próximos do nicho ideal estimado para cada espécie.

Figura 16: Sobreposição par-a-par dos nichos geográficos estimados para as seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015.

(continuação da Figura 16)

Tabela 11: Valores de sobreposição da área dos nichos geográficos (em km²) estimados para as seis espécies de cetáceos mais frequentemente avistadas na costa sudeste do Brasil entre 2012 e 2015. Os valores na diagonal principal (em negrito) indicam a área total determinada para cada espécie.

Espécies	Be	Pb	Sb	Sf	Sg	Tt
Be	12969	-	-	-	-	-
Pb	3230	5318	-	-	-	-
Sb	1316	204	1333	-	-	-
Sf	8740	3082	1288	10188	-	-
Sg	1694	2001	0	1099	4090	-
Tt	5689	3961	518	4854	2080	10072

Espécies: Be – *Balaenoptera edeni*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

5. DISCUSSÃO

Apesar de relevantes e de trazerem novas informações sobre os cetáceos que ocorrem na costa sul-sudeste brasileira, trabalhos anteriores foram realizados de forma não sistemática e não exclusiva, tendo seu esforço compartilhado com outras pesquisas (e.g. ZERBINI et al., 1997; 2004; DI TULLIO et al., 2016). O projeto “Ocorrência, Distribuição e Movimento de Cetáceos na Costa do Estado de São Paulo” teve como objetivo direcionado avaliar a ocorrência de cetáceos em toda a costa do estado de São Paulo de maneira homogênea. Por questões logísticas, a costa foi dividida em setores norte e sul que deveriam ser igualmente amostrados nas diferentes estações do ano. Contudo, em função das condições de tempo e mar, limitações financeiras e funcionamento da embarcação, não foi possível amostrar os dois setores da forma planejada. Para o projeto “Mamíferos Marinhos: Uso de Área do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos”, as condições de tempo e mar e problemas técnicos de

operação da embarcação não permitiram a realização de cruzeiros mensais, tendo alguns meses com a realização de mais de um cruzeiro para repor aqueles que não foram realizados em meses anteriores.

Apesar das dificuldades encontradas, os cruzeiros representam um esforço inédito para a área de estudo. Vale ressaltar que, além dos dados de avistagens, foram coletadas biópsias (amostras de pele e de gordura), bem como gravações de emissões sonoras, que devem contribuir ainda mais para o conhecimento das espécies que ocorrem nessa região em estudos que se encontram em andamento neste momento.

Das 35 espécies de cetáceos descritas na literatura científica para a PCSE, doze foram avistadas com a realização dos cruzeiros oceanográficos aqui citados. As avistagens obtidas no presente trabalho são referentes a espécies costeiras e comumente relatadas em encalhes e capturas acidentais na área de estudo (e.g. SANTOS et al., 2010a). O maior número de avistagens de cetáceos, assim como a maior diversidade de espécies foi registrada no setor norte da área de estudo, entre os municípios de Santos e Ubatuba (Fig. 6). Essa diferença pode ser consequência da maior variabilidade nas paisagens da região, criando ambientes mais heterogêneos com diferentes condições oceanográficas quando comparados com a porção sul do Estado, e pelo maior número de ilhas, que podem servir de atratores para os cetáceos e suas presas.

Os resultados obtidos com as avistagens e os modelos de distribuição potencial corroboram as informações disponíveis na literatura, tanto para espécies mais comuns da região, quanto para espécies que foram notificadas na área apenas por avistagens ocasionais, encalhes e capturas acidentais. Dentre este último grupo, encontram-se o golfinho-pintado-do-Atlântico, o golfinho-nariz-de-garrafa, o golfinho-de-dentes-rugosos e a baleia-de-Bryde. Já para as espécies comumente encontradas têm-se o boto cinza e a toninha.

O boto-cinza tem distribuição praticamente contínua na faixa costeira desde Honduras até Florianópolis e, apesar de estar fortemente associado à presença de mangues e estuários, utiliza diferentes tipos de ambientes costeiros (DA SILVA et al., 2010). O seu habitat é caracterizado por possuir águas turvas e com aparente limite de distribuição na isóbata de 50 m, sendo a maioria dos registros até os 25m (*Ibid.*). Apesar da ampla distribuição, o boto-cinza ainda é classificado como deficiente em dados pela Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) (SECCHI, 2012). Dessa forma, novos conhecimentos sobre sua ocorrência e áreas de distribuição potencial são essenciais para se determinar o real status de conservação da espécie. Os resultados obtidos com o modelo do nicho da espécie estão de acordo com as características descritas para *S. guianensis* e mostram uma clara preferência por águas mais rasas, sendo a isóbata de 20 m um limite para a distribuição do seu nicho.

A toninha também possui distribuição costeira, sendo a maior parte das avistagens notificada em águas entre 8 e 15 m de profundidade, com limite de avistagem na isóbata de 30m e de captura accidental na isóbata de 35 m (BORDINO et al., 2002). Apesar da maior parte das avistagens de indivíduos da espécie estar dentro dos limites descritos, a média das profundidades nos locais das avistagens ficou acima dos 15 m e dois grupos foram avistados em profundidades acima de 30m, sendo um a 35 m e o outro a 44 m no litoral norte paulista. Nenhuma avistagem de *P. blainvillei* foi feita ao sul de São Sebastião. A ausência de avistagens no setor sul pode estar relacionada com o pequeno porte dos indivíduos, a dificuldade de serem avistados em águas turvas e com uma preferência de uso de águas mais rasas próximas à zona de arrebatamento de ondas que não foram contempladas nos cruzeiros de avistagem por medidas de segurança da tripulação e de usuários da faixa praial.

Os dados de ocorrência do golfinho-pintado-do-Atlântico estão de acordo com o que já foi proposto para o litoral brasileiro (MORENO et al., 2005; AMARAL et al., 2015) e com o observado pelo projeto Revizee (ZERBINI et al., 2004), quando também foi a espécie mais encontrada na PCSE. Apesar de ser uma espécie comum, não há um padrão de distribuição descrito especificamente para a área de estudo. Os trabalhos citados anteriormente foram realizados em uma área mais ampla e incluindo águas mais profundas onde a espécie também ocorre.

O maior número de avistagens do golfinho-pintado-do-Atlântico foi notificado na região central do litoral do estado de São Paulo, principalmente na área do entorno do PEMLS. A taxa de avistagem de *S. frontalis* na área do projeto que envolveu estudos específicos no PEMLS foi de 0,0036 avistagens/km. Considerando o projeto de avistagens que cobriu toda a área de estudo, a taxa de avistagem na região central (correspondente ao projeto anterior) foi de 0,0037 avistagens/km, demonstrando qualidade de valores notificados nas duas frentes de avistagens no mesmo setor. Já para o restante da área amostrada, a taxa de avistagem de *S. frontalis* foi de 0,0010 avistagens/km, comprovando-se um adensamento das avistagens na região do entorno do PEMLS. Ao longo da bacia do Atlântico, um estudo realizado nas Bahamas a partir da década de 1980 evidenciou uma única área de ocorrência comum e em considerável representação numérica de *S. frontalis* (Herzing, 2011). O presente estudo aponta para outra área com ocorrência anual e com abundância relativamente alta de indivíduos da mesma espécie, indicando uma importante perspectiva para o desenvolvimento de um outro estudo de longo prazo, agora no Atlântico Sul.

Apesar do alto número registrado de indivíduos de *S. frontalis* catalogados, apenas 16,9% foram reavistados. O maior número de reavistagens ficou entre os grupos avistados no litoral central e nas proximidades do PEMLS, com apenas alguns

indivíduos sendo reavistados nos extremos da área de estudo (Figs. 9, 10 e 11). Além disso, quatro indivíduos foram reavistados na região central em mais de uma ocasião. A baixa porcentagem de indivíduos reavistados pode estar relacionada com a possível ocorrência de um estoque populacional com abundância relativamente grande, ao grande tamanho dos grupos encontrados, da dificuldade em fotografar todos os indivíduos de cada grupo avistado, e do grande número de indivíduos que não apresentam marcas conspícuas na nadadeira dorsal.

O golfinho-nariz-de-garrafa é uma espécie de cetáceo cosmopolita (JEFFERSON et al., 2008). DI TULLIO et al. (2016) caracterizaram os padrões de distribuição do golfinho-nariz-de-garrafa no litoral sul e sudeste do Brasil com base em avistagens concentradas no talude continental, sem incluir a região costeira. O golfinho-nariz-de-garrafa foi a terceira espécie mais avistada na área de estudo e sua área de distribuição potencial foi a segunda maior, com avistamentos ocorrendo por quase toda a extensão da linha de costa. Essa distribuição corrobora a descrição de uma distribuição contínua em águas costeiras e estuarinas proposta para a espécie no litoral brasileiro (LODI et al., 2016), envolvendo águas entre 1,6 m e 50 m de profundidade (LAPORTA et al., 2016). Sabidamente, na costa brasileira o golfinho-nariz-de-garrafa ocupa a faixa litorânea entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde estudos longitudinais são desenvolvidos principalmente da década de 1990 em diante (e.g. SIMÕES-LOPES; FABIAN, 1999; FRUET et al., 2015). A partir de Santa Catarina, o boto-cinza ocupa a mesma faixa de águas mais rasas (DA SILVA et al., 2010), com notificações do golfinho-nariz-de-garrafa em águas fora da faixa litorânea como foi observado neste estudo. Nas últimas três décadas tem sido exercitado um importante debate envolvendo cientistas brasileiros sobre a possível ocorrência de ecótipos ou espécies diferentes de *T. truncatus* no Atlântico Sul Ocidental (e.g. OTT et al., 2016, WICKERT et al., 2016).

Amostras coletadas em esforços de observação efetuados neste estudo serão utilizadas para colaborar com este refinamento sobre uma melhor definição taxonômica desses estoques populacionais.

Os tamanhos de grupos de *T. truncatus* observados na costa paulista foram maiores (média +/- 35,9 indivíduos) e com maior ocorrência de filhotes do que o que foi observado em outras regiões (média +/- 5,4 indivíduos) (FLORES; FONTOURA, 2006). Geralmente tamanhos de grupos de pequenos cetáceos odontocetos tendem a ser maiores quanto mais se afasta da região costeira (GYGAX, 2002). À luz dos resultados de estudos citados anteriormente sobre a melhor definição taxonômica dos estoques populacionais conhecidos, corroborando-se estudos como o aqui apresentado, será possível alcançar em breve um melhor refinamento do conhecimento sobre as preferências de uso de área, bem como as estruturas sociais dos golfinhos-nariz-de-garrafa no Atlântico Sul.

Apenas 13,6% dos indivíduos de *T. truncatus* foram reavistados, possivelmente em função da abundância desse estoque populacional na área de estudo em face a um número relativamente pequeno de cruzeiros com avistagens de indivíduos da espécie. As reavistagens do golfinho-nariz-de-garrafa praticamente ocorreram em dois blocos, sendo um na região central e sul da área de estudo, e o outro na região norte (Fig. 12). Das reavistagens realizadas na região sul da área de estudo, 17 indivíduos foram vistos juntos em duas avistagens diferentes com 345 dias e 6,5 km de distanciamento entre elas. Isso pode indicar uma fidelidade de grupo entre os indivíduos identificados e uma preferência pelo uso da área, já que os indivíduos reavistados correspondem a 31% do tamanho do grupo. Essas observações poderiam indicar que golfinhos-nariz-de-garrafa estariam segregando-se espacialmente na costa do Estado de São Paulo, embora mais estudos voltados a essa questão devam ser propostos.

A baleia-de-Bryde pode ser encontrada em águas tropicais e temperadas quentes (entre as latitudes de 40°N e 40°S) em todos os oceanos (CUMMINGS, 1985; KATO; PERRIN, 2009) e sua presença pode estar relacionada com áreas de maior produtividade biológica (JEFFERSON et al., 2008; KATO; PERRIN, 2009). Seus movimentos migratórios ainda não são conhecidos, sendo que populações costeiras podem ser residentes (KATO; PERRIN, 2009). As avistagens de indivíduos da espécie na área de estudo corroboram a literatura, uma vez que são comumente reportadas na costa sudeste do Brasil ao longo de todo ano (ZERBINI et al., 1997; SICILIANO et al., 2004, SANTOS et al., 2010a; GONÇALVES et al., 2016). As áreas apontadas como próximas ao centroide no nicho da baleia-de-Bryde, como a Ilha de São Sebastião e o Arquipélago dos Alcatrazes, podem estar relacionadas com regiões de maior produtividade biológica. Estudos que busquem compreender os fenômenos oceanográficos nessas regiões podem esclarecer se essa relação direta ocorre na área de estudo.

O golfinho-de-dentes-rugosos apresenta distribuição tropical e subtropical em águas oceânicas e profundas. Sua presença em regiões costeiras no Brasil e no oeste da África foi reportada por JEFFERSON et al. (2008), o que corrobora com as avistagens aqui apresentadas. Apesar da ocorrência de indivíduos da espécie na costa sudeste do Brasil ter sido notificada anteriormente (e.g. LODI, 1992; SICILIANO et al., 2007; SANTOS et al., 2010a), seus hábitos e uso de área na região ainda são desconhecidos. Com 30,1% dos indivíduos reavistados e um alto número de reavistagens entre diferentes grupos (Fig. 8), a população de golfinho-de-dentes rugosos na área de estudo apresenta evidências de fidelidade de grupo de parte dos indivíduos identificados, o que já foi apresentado por KUCZAJ e YATER (2007) como uma característica de um estoque populacional da espécie estudado em Honduras. Além disso, as reavistagens

realizadas em uma parcela relativamente restrita do litoral, mesmo em um intervalo de tempo variável (82 a 955 dias), e a pequena área de ocorrência do nicho potencial indicam uma possível restrição no uso de área, ficando concentrada na região central da área de estudo. Isso mostra a importância de se conhecer melhor aspectos relacionados à história de vida e requerimentos ecológicos de indivíduos da espécie na costa sudeste do Brasil, uma vez que espécies com distribuições restritas podem ser mais vulneráveis aos impactos antrópicos (GASTON; FULLER, 2009).

Os nichos, fundamentais e realizados, determinados pelo programa NicheA, tiveram volumes variáveis independentes do número de avistagens, e apresentaram sobreposição parcial dos nichos entre todos os pares de espécies. As exceções são a toninha e o golfinho-de-dentes-rugosos para o nicho realizado, e o boto-cinza e o golfinho-de-dentes-rugosos para ambos os nichos (Tabs. 9 e 10). Já para a área de distribuição potencial, todas as espécies apresentaram sobreposição parcial de área, exceto entre o boto-cinza e o golfinho-de-dentes-rugosos (Tab. 11). Considerando que a área de distribuição potencial é determinada pela projeção do nicho fundamental no espaço geográfico, as sobreposições de nicho no espaço multidimensional corresponderam às sobreposições do nicho no espaço geográfico, como apontado por WARREN et al. (2008).

A baleia-de-Bryde e o golfinho-pintado-do-Atlântico apresentaram os maiores volumes de nicho e as maiores áreas de distribuição potencial. Suas presenças na PCSE são conhecidas e sabe-se que ambas ocupam uma área maior do que a área delimitada para esse estudo. As duas espécies também apresentaram os maiores valores de sobreposição de nicho e de área de distribuição potencial, tanto entre si como com outras espécies. A principal exceção para esse caso foi o boto-cinza que, por apresentar hábitos mais costeiros, teve maior sobreposição com a toninha e o golfinho-nariz-de-

garrafa (Figs. 15 e 16). As áreas de distribuição potencial determinadas para o boto-cinza e o golfinho-nariz-de-garrafa estão de acordo com o descrito para as espécies e mostram o primeiro ocupando regiões mais rasas, com uma pequena faixa de sobreposição e o segundo ocupando áreas mais profundas.

Era esperado que a toninha apresentasse uma área de distribuição semelhante ao boto-cinza, uma vez que também busca águas costeiras e turvas (SANTOS et al., 2002). Entretanto, como discutido anteriormente, as únicas avistagens da espécie foram feitas na região norte da área de estudo em águas claras que facilitam a detecção do observador, e com maior profundidade do que onde usualmente as toninhas são encontradas ou acidentalmente capturadas (e.g. Sidou, 2008). É necessário investigar com maior propriedade a forma de uso de área desse estoque populacional de toninhas que é encontrado no litoral norte paulista. As observações preliminares, ainda sejam relativamente pouco numerosas, indicam um potencial uso diferencial em águas de maior profundidade pelas toninhas na costa norte do Estado de São Paulo, razão que pode ter provocado esse ruído nos resultados que eram esperados com base em dados pretéritos de outras áreas de ocorrência da espécie. Essa divisão de estoques seria semelhante à apontada por CUNHA et al. (2014) por diferenciações genéticas na população de toninhas na costa sudeste do Brasil. Dessa forma, o nicho estimado representou a característica das avistagens e possivelmente mascarou dados que poderiam representar o estoque que utiliza o setor sul da área investigada.

Os resultados apresentados no presente estudo refletem as características das espécies na área investigada e no período de amostragem, e não são uma representação de suas preferências considerando suas distribuições globais. Assim, os nichos e as áreas de distribuição potencial estimadas devem ser consideradas para a área em questão, e interpretadas com cautela quanto à sua projeção para outras regiões. Além

disso, o modelo não considera diretamente as interações biológicas que podem afetar a distribuição dessas espécies.

Além da interação com as presas, interações com outras espécies de cetáceos podem influenciar a distribuição dos mesmos (PETERSON et al., 2011). O único registro de grupo misto ocorreu em 12 de dezembro de 2012 entre uma baleia-de-Bryde e um grupo com 12 golfinhos-nariz-de-garrafa. Grupos mistos envolvendo essas *T. truncatus* e *B. edeni* foram avistados em 1999 na costa fluminense (SICILIANO et al., 2004). AMARAL et al. (2015) e DI TULLIO et al. (2016) relataram a ocorrência de grupos mistos entre diferentes espécies de cetáceos na costa brasileira. O golfinho-nariz-de-garrafa estava presente em mais da metade dos grupos mistos observados por DI TULLIO et al. (2016). Grupos mistos de cetáceos geralmente se formam para que as espécies envolvidas se beneficiem dos aspectos envolvendo procura de presas e proteção contra predadores. SANTOS e FERREIRA NETO (2005) descreveram a interação de predação entre duas espécies de cetáceos onde uma toninha foi predada por uma orca no litoral sul do estado de São Paulo. Comportamento agressivo entre cetáceos também foi observado entre machos de golfinhos-pintados-do-Atlântico e golfinhos-nariz-de-garrafa nas Bahamas (HERZING et al., 2003). Contudo, esse tipo de comportamento não é frequente e pode-se assumir que os odontocetos evitam a competição direta utilizando comportamentos, dietas e habitats fisiológicos de formas especializadas (BEARZI, 2005). É possível que estratégias similares que se baseiam em cognição e memória tenham facilitado a divergência nas estratégias de forrageamento de odontocetos quando em simpatria com outras espécies (*Ibid.*). Essa característica pode explicar a co-ocorrência das espécies encontradas na área de estudo, sem apresentar prejuízos para as mesmas ou relatos de interações negativas.

A sobreposição de nicho está relacionada com a sobreposição geográfica (WARREN et al., 2008). Espécies que possuem requerimentos semelhantes em um mesmo habitat costumam particionar os recursos disponíveis e reduzir a competição, ocupando áreas diferentes ou se alimentando de presas diferentes (ROUGHGARDEN, 1976). Recursos muito abundantes, como alimento, permitem que as espécies coexistam em uma mesma área (GOWANS; WHITEHEAD, 1995). Quando os recursos não são muito abundantes os cetáceos podem se alimentar em momentos (horários, dias ou estações) diferentes, usar a área de maneira diferente ou buscar presas diferentes (*Ibid.*). Esse é o caso do golfinho-nariz-de-garrafa que tem hábito alimentar oportunístico no Atlântico norte (SHANE et al., 1986) e que neste estudo apresentou sobreposição de nicho e de área com todas as espécies analisadas. Apesar de apenas um conteúdo estomacal de golfinho-nariz-de-garrafa ter sido analisado até o presente momento para a região de estudo (e.g. SANTOS et al., 2002), amostras de pele coletadas neste estudo estão sendo processadas para avaliação de suas composições isotópicas de carbono e nitrogênio, o que poderá contribuir para um melhor conhecimento envolvendo características relacionadas ao nível trófico em que se encontra *T. truncatus* na região de estudo. Para casos de grande parcela de sobreposição de nicho, como ocorreu com o golfinho-pintado-do-Atlântico, a baleia-de-Bryde e o golfinho-nariz-de-garrafa, o particionamento de recursos pode ser uma explicação para a co-ocorrência das populações (BEARZI, 2005). Outra alternativa é que o ambiente ocupado por elas possui recursos abundantes e reduz a competição entre as espécies (*Ibid.*).

O uso de ENM é importante para estudos de espécies cosmopolitas, como o golfinho-nariz-de-garrafa, e espécies com ampla distribuição como o golfinho-pintado-do-Atlântico, uma vez que permitem determinar as áreas de ocorrência dessas espécies com maior precisão. O conhecimento dessas áreas permite que sejam realizados estudos

focados em se conhecer melhor essas espécies e fornece subsídios para outros estudos de ecologia trófica, como a distribuição de presas em função dos predadores e o entendimento das teias tróficas. Além disso, informações sobre a distribuição potencial das espécies podem ser utilizadas na elaboração de planos de conservação de parques como Alcatrazes e o PEMLS.

Em trabalhos envolvendo o uso de ENM é preciso considerar as limitações do modelo utilizado. Um dos fatores limitantes é o acesso às bases ambientais de qualidade e com resolução suficiente para o desenvolvimento do modelo. As bases ambientais disponibilizadas pelo MARSPEC (SBROCCO; BARBER, 2013) foram escolhidas por possuírem boa resolução e abrangerem a região costeira. Contudo, as bases utilizadas no presente trabalho retratam médias de longos períodos de poucas variáveis ambientais, e não permitem análises de variações sazonais e valores de salinidade e temperatura em diferentes profundidades. Essa deficiência nas bases de dados também foi observada por ESCOBAR et al. (2017) para lagos e outros corpos d'água continentais. Uma base de dados específica para a região, com uma resolução mais refinada, garantiria melhores resultados ao modelo. Caso o objetivo do estudo seja determinar a distribuição de espécies migratórias, seria interessante utilizar um banco de dados que permitisse uma separação sazonal das variáveis ambientais.

Mesmo considerando suas limitações, modelos são importantes como um primeiro passo para se entender a influência de fatores ambientais na distribuição das espécies, principalmente as pouco estudadas (PALACIOS et al., 2013). O uso de ENMs aplicados aos cetáceos precisam lidar adequadamente com algumas barreiras, como: o melhor ajuste para a coleta de dados; a definição da escala a ser utilizada; e as análises estatísticas a serem aplicadas, já que pode haver interação entre as covariáveis selecionadas (REDFERN et al., 2006; DALLA-ROSA et al., 2012; GREGR et al.,

2013). Para aumentar a confiabilidade do modelo, e se entender com mais detalhes a distribuição potencial das espécies na área de estudo, seria necessário ter um maior número de avistagens. Dar sequência à coleta de dados de ocorrência de cetáceos por meio de cruzeiros oceanográficos seria uma alternativa. Assim como se investir em métodos de detecção acústica na área de estudo, especialmente em regiões apontadas como próximas do centroide dos nichos fundamentais das espécies, como a Laje de Santos, Alcatrazes e a região oceânica da ilha de São Sebastião.

A presença de cetáceos próximos as ilhas e arquipélagos da área de estudo pode estar relacionada ao “efeito ilha”, no qual ilhas oceânicas apresentam maior produtividade do que as áreas ao redor (DOTY; OGURI, 1956). A região oceânica da Ilha de São Sebastião, o arquipélago dos Alcatrazes, a Laje de Santos e a Ilha Anchieta se mostraram áreas importantes para diversas espécies. Esses locais foram classificados como próximos do centroide dos nichos da baleia-de-Bryde, toninha, golfinho-pintado-do-Atlântico e golfinho-de-dentes-rugosos. Essa nova informação ressalta a importância da realização de trabalhos dedicados para a identificação dos cetáceos que utilizam essas áreas e a inclusão dos mesmos nos planos de manejo das áreas de proteção que abrangem essas ilhas.

6. CONCLUSÃO

Os ENMs apresentados neste estudo indicaram uma clara sobreposição parcial de nicho e da área de distribuição potencial de seis espécies de cetáceos (*S. guianensis*, *P. blainvillei*, *T. truncatus*, *S. frontalis*, *B. edeni* e *S. bredanensis*) na costa paulista, com diferentes preferências ambientais por cada uma dessas espécies, indicando uma preferencial ocupação de uma faixa costeira por *S. guianensis*, e de uma faixa

ligeiramente mais afastada da costa ocupada e compartilhada por *T. truncatus*, *S. frontalis*, *B. edeni* e *S. bredanensis*.

7. BIBLIOGRAFIA

AMARAL, K. B.; ALVARES, D. J.; HEINZELMANN, L.; BORGES-MARTINS, M.; SICILIANO, S.; MORENO, I. B. Ecological niche modeling of *Stenella* dolphins (Cetartiodactyla: Delphinidae) in the southwestern Atlantic Ocean. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 472, p. 166-179, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2015.07.013>

ANTONOV, J. I.; SEIDOV, D.; BOYER, T. P.; LOCARNINI, R. A.; MISHONOV, A. V.; GARCIA, H. E.; BARANOVA, O. K. ; ZWENG, M. M.; JOHNSON, D. R.. 2010. World Ocean Atlas 2009. In: LEVITUS, S. (Ed.) **NOAA Atlas NESDIS 69**. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., USA, 2010. Volume 2: Salinity.

AUSTIN, M. P.; NICHOLLS, A. O.; MARGULES, C. R. Measurement of the realized qualitative niche: environmental niches of five Eucalyptus species. **Ecological Monographs**, v. 60, p. 161–177, 1990.

BALLANCE, L. T. Cetacean Ecology. In: PERRIN, W., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. Canada: Academic Press, 2009. p. 196-201.

BANNISTER, J. L. Baleen Whales (Mysticetes). In: PERRIN, W., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. Canada: Academic Press, 2009. p. 80-89.

BAUMGARTNER, M. F.; MULLIN, K. D.; MAY, L. N.; LEMING, T. D. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, v. 99, p. 219-239, 2001.

BEARZI, M. Dolphin sympatric ecology. **Marine Biology Research**, v. 1, p. 165-175, 2005.

BECKER, E. A.; FOLEY, D. G.; FORNEY, K. A.; BARLOW, J.; REDFERN, J. V.; GENTEMANN, C. L. Forecasting cetacean abundance patterns to enhance management decisions. **Endangered Species Research**, v. 16, p. 97–112, 2012.

BECKER, J. J.; SANDWELL, D. T.; SMITH, W. H. F.; BRAUD, J.; BINDER, B.; DEPNER, J.; FABRE, D.; FACTOR, J.; INGALLS, S.; KIM, S-H.; LADNER, R.; MARKS, K.; NELSON, S.; PHARAOH, A.; TRIMMER, R.; VON ROSENBERG, J.; WALLACE, G.; WEATHERALL, P. Global Bathymetry and Elevation Data at 30 Arc Seconds Resolution: SRTM30_PLUS. **Marine Geodesy**, v. 32, p. 355-371, 2009.

BERTA, A.; SUMICH, J. L.; KOVACS, K. M. **Marine Mammals Evolutionary Biology**. Academic Press, 2006.

BERTOZZI, C. P.; ZERBINI, A. N. Incidental mortality of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the artisanal fishery of Praia Grande, São Paulo state, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v.1, n. 1, p. 153-160, 2002.

BEST, B. D.; HALPIN, P. N.; FUJIOKA, E.; READ, A. J.; QIAN, S. S.; HAZEN, L. J.; SCHICK, R. S. Geospatial web services within a scientific workflow: Predicting marine mammal habitats in a dynamic environment. **Ecological Informatics**, v. 2, p. 210–223, 2007.

BIRCH, L. C. Experimental background to the study of the distribution and abundance of insects: I. The influence of temperature, moisture and food on the innate capacity for increase of three grain beetles. **Ecology**, v. 34, p. 698-711, 1953.

- BORDINO, P.; SICILIANO, S.; BASTIDA, R.; CREMER, M. Report of the working group on distribution and behaviour. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 21-23, 2002. doi: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00004>
- BOTTER, D. A.; PAULA, G. A.; LEITE, J. G.; CORDANI, L. K. **Noções de estatística com apoio computacional**. São Paulo: IMEUSP, 1996.
- BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. **Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations**. New York: Oxford University, 2001.
- CALADO, L.; SILVEIRA, I. C. A.; GANGOPADHYAY, A.; CASTRO, B. M. Eddy-induced upwelling off Cape São Tomé (22°S, Brazil). **Continental Shelf Research**, v. 30, p. 1181–1188, 2010.
- CARVALHO, J. DE P. Sobre os balenopterídeos que frequentam a costa paulista. **A Voz do Mar**, v. 27, n. 161, p.181-184, 1938.
- CARVALHO, J. DE P. Sobre a provável ocorrência da "baleia de Cuvier" no litoral de São Paulo. **Revista Nacional de Pesca**, n. 10, v. 82, p. 8-11, 1969.
- CAMPOS, E. J. D. 1995. **Estudos da Circulação Oceânica no Atlântico Tropical e na Região Oeste do Atlântico Subtropical Sul**. São Paulo, SP: IOUSP, 1995. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1995.
- CASTRO B. M. 1996. **Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo**. São Paulo, SP: IOUSP, 1996. Tese de Livre-Docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 1996.
- CASTRO, B. M.; LORENZZETTI, J. A.; SILVEIRA, I. C. A.; MIRANDA, L. B. Estrutura Termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. Del B.; MADUREIRA, L. B. **O**

Ambiente Oceanográfico da Plataforma Continental e Talude na Região Sudeste-sul do Brasil. São Paulo, SP: EDUSP, 2006. p. 11-120.

CASTRO, B. M.; MIRANDA, L. B. Physical Oceanography of the western Atlantic Continental Shelf located between 4° N and 34° S. **In the Sea**, v. 11, p. 209-251, 1998.

CHIVERS, S. J. Cetacean Life History. In: PERRIN, W., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. Canada: Academic Press, 2009. p. 215-220.

COLWELL, R. K.; RANGEL, T. F. Hutchinson's duality: the once and future niche. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, p. 19644-19650, 2009. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0901650106

COMMITTEE ON TAXONOMY. List of marine mammal species and subspecies. Society for Marine Mammalogy, www.marinemammalscience.org, consultado em 20 de novembro de 2016, 2016.

CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 3. ed. Wiley, 1999.

CUMMINGS, W. C. Bryde's whale, *Balaenoptera edeni*, Anderson, 1878. In: RIDGWAY, S. H.; HARRISON, R. (Eds.) **Handbook of Marine Mammals**. v. 3. London: Academic Press, 1985. p. 137-154.

CUNHA, H. A.; MEDEIROS, B. V.; BARBOSA, L. A.; CREMER, M. J.; MARIGO, J.; LAILSON-BRITO, J.; AZEVEDO, A. F.; SOLÉ-CAVA, A. M. Population structure of the endangered franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*): Reassessing management units. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, e85633, 2014. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0085633>

DA SILVA, V. M. F.; FETTUCCIA, D.; RODRIGUES, E. S.; EDWARDS, H.; MORENO, I. B.; MOURA, J. F.; WEDEKIN, L. L.; BAZZALO, M.; EMIN-LIMA, N.

R.; CARMO, N. A. S.; SICILIANO, S.; UTRERAS B., V. Report of the Working Group on Distribution, Habitat Characteristics and Preferences, and Group Size. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1-2, p. 31-38, 2010. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00151>

DALLA-ROSA, L. D.; FORD, J. K. B.; TRITES, A. W. Distribution and relative abundance of humpback whales in relation to environmental variables in coastal British Columbia and adjacent waters. **Continental Shelf Research**, v. 36, p. 89-104, 2012.

DANILEWICZ, D.; MORENO, I. B.; OTT, P. H.; TAVARES, M.; AZEVEDO, A. D. F.; SECCHI, E. R.; ANDRIOLO, A. Abundance estimate for a threatened population of franciscana dolphins in southern coastal Brazil: uncertainties and management implications. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 90, n. 8, p. 1649-1657, 2010.

DE MARCO JR, P.; DE SIQUEIRA, M. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 65-76, 2009.

DI TULLIO, J. C.; GANDRA, T. B. R.; ZERBINI, A. N.; SECCHI, E. R. Diversity and Distribution Patterns of Cetaceans in the Subtropical Southwestern Atlantic Outer Continental Shelf and Slope. **PLoS ONE**, v. 11, n. 5, e0155841 2016. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0155841>

DOTY, M. S.; OGURI, M. The island mass effect. **Journal of the International Council for the Exploration of the Sea**, v. 22, p. 33-37, 1956.

DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. **Technometrics**, v. 6, p. 241-252, 1964.

ELLIS, M. A **Baleia no Brasil Colonial**. São Paulo: Melhoramentos/Editora da

Universidade de São Paulo, 1969.

ESCOBAR, L. E.; KURATH, G.; ESCOBAR-DODERO, J.; CRAFT, M. E.; PHELPS, N. B. D. Potential distribution of the viral haemorrhagic septicaemia in the Great Lakes region. **Journal of Fish Diseases**, v. 40, n. 1, p. 11-28, 2017. doi: 10.1111/jfd.12490

FERGUSON, M. C.; BARLOW, J.; FIEDLER, P.; REILLY, S. B.; GERRODETTE, T. Spatial models of delphinid (Family Delphinidae) encounter rate and group size in the eastern tropical Pacific Ocean. **Ecological Modeling**, v. 193, p. 645-662, 2005.

FLORES, P. A. C.; FONTOURA, N. F. Ecology of marine tucuxi, *Sotalia guianensis*, and bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in baía norte, Santa Catarina State, southern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 5, n. 2, p. 105-115, 2006. doi: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00101>

FRIDAY, N.; WAITE, J. M.; ZERBINI, A. N.; MOORE, S. Cetacean distribution and abundance in relation to oceanographic domains on the eastern Bering Sea shelf: 1999 – 2004. **Deep-Sea Research Part II**, v. 65-70, p. 260-272, 2012. <http://dx.doi.org/10.10>

FRUET, P. F.; DAURA-JORGE, F. G.; MÖLLER, L. M.; GENOVES, R. C.; SECCHI, E. R. Abundance and demography of bottlenose dolphins inhabiting a subtropical estuary in the Southwestern Atlantic Ocean. **Journal of Mammalogy**, v. 96, n. 2, p. 332-343, 2015. doi: <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv035>

GASTON, K. J.; FULLER, R. A. The sizes of species' geographic ranges. **Journal of Applied Ecology**, v. 46, p. 1-9, 2009. doi: 10.1111/j.1365-2664.2008.01596.x

GATESY, J. Whales and even-toed ungulates (Cetartiodactyla). In: HEDGES, S. B.; KUMAR, S. (Eds.) **The Timetree of Life**. Oxford University Press, 2009. p. 511-515.

GERACI, J. R.; LOUNSBURY, V. J. **Marine Mammals Ashore: A Field Guide for Strandings**. Texas A&M University Sea Grant College Program. 1993.

GONÇALVES, L. R.; AUGUSTOWSKI, M.; ANDRIOLO, A. Occurrence, distribution and behaviour of Bryde's whales (Cetacea: Mysticeti) off south-east Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 96, n. 4, p. 943-954, 2016.

GOWANS, S.; WHITEHEAD, H. Distribution and habitat partitioning by small odontocetes in the Gully, a submarine canyon on the Scotian Shelf. **Canadian Journal of Zoology**, v. 73, p. 1599-1608, 1995.

GREGR, E. J.; BAUMGARTNER, M. F.; LAIDRE, K. L.; PALACIUS, D. M. Marine Mammal habitat models come of age: the emergence of ecological and management relevance. **Endangered Species Research**, v. 22, p. 205-212, 2013.

GUISAN, A.; THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters**, v. 8, p. 993-1009, 2005.

GYGAX, L. Evolution of group size in the dolphins and porpoises: interspecific consistency of intraspecific patterns. **Behavioral Ecology**, v. 13, n. 5, p. 583-590, 2002.

HERZING, D. L. **Dolphin diaries: my 25 years with spotted dolphins in the Bahamas**. New York: St. Martin's Press, 2011.

HERZING, D. L.; MOEWE, K.; BRUNNICK, B. J. Interspecific interactions between Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*) and bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) on the Great Bahama Bank, Bahamas. **Aquatic Mammals**, v. 23, n. 3, p. 335-41, 2003.

HUTCHINSON, G. E. Concluding remarks. **Cold Spring harbor Symposia on Quantitative Biology**, v. 22, p. 415-427, 1957.

HUTCHINSON, G. E. **An introduction to population ecology**. New Haven: Yale University Press, 1978.

- JACKSON, S. T.; OVERPECK, J. T. Responses of plant populations and communities to environmental changes of the late Quaternary. **Paleobiology**, v. 26, p. 194-220, 2000.
- JEFFERSON, T. A.; LEOTHERWOOD, S.; WEBBER, M. A. **FAO Species Identification Guide. Marine Mammals of the World**. Rome: United Nations Environmental Programme, FAO of the UN, 1993.
- JEFFERSON, T. A.; WEBBER, M. A.; PITMAN, R. L. **Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification**. Elsevier, 2008.
- KASCHNER, K.; QUICK, N. J.; JEWELL, R.; WILLIAM, R.; HARRIS, C. M. Global Coverage of Cetacean Line-Transect Surveys: Status Quo, Data Gaps and Future Challenges. **PLoS ONE**, v. 7, n. 9, e44075, 2012. doi:10.1371/journal.pone.0044075
- KATO, H.; PERRIN, W. F. Bryde's whales (*Balaenoptera edeni/B. brydei*). In: PERRIN, W., WÜRSIG, B.; THEWISSEN, J. G. M. **Encyclopedia of Marine Mammals**. 2. ed. Canada: Academic Press, 2009. p. 158-163.
- LAPORTA, P; MARTINS, C. C. A.; LODI, L.; DOMIT, C.; VERMEULEN, E.; DI TULLIO, J.C. Report of the working group on habitat use of *Tursiops truncatus* in the Southwest Atlantic Ocean. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 11, n. 1-2, p. 47-61, 2016. <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00215>
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1998.
- KUCZAJ, S. A.; YEATER, D. B. Observations of rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*) off the coast of Utila, Honduras. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, p. 141-148, 2007.
- LODI, L. Epimeletic behaviour of free-ranging rough-toothed dolphins, *Steno bredanensis*, from Brazil. **Marine Mammal Science**, v. 8, n. 3, p. 284-287, 1992.

- LODI, L.; DOMIT, C.; LAPORTA, P.; DI TULLIO, J. C.; MARTINS, C. C. A.; VERMEULEN, E. Report of the working group on the distribution of *Tursiops truncatus* in the Southwest Atlantic Ocean. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 11, n. 1-2, p. 29-46, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00214>
- LODI, L.; SICILIANO, S; BELLINI, C. Ocorrências e conservação de baleias-francas-do-sul, *Eubalaena australis*, no litoral do Brasil. **Papeis Avulsos de Zoologia**, v. 39, n. 17, p. 307-328, 1996.
- MAGUIRE, B. A partial analysis of the niche. **American Society of Naturalists**, v. 101, p. 515-526, 1967.
- MAGUIRE, B. Niche response structure and the analytical potentials of its relationship to the habitat. **American Society of Naturalists**, v. 107, p. 213-246, 1973.
- MAHIQUES, M. M.; SOUSA, S. H. DE M.; FURTADO, V. V.; TESSLE, M. G.; TOLEDO, F. A. DE L.; BURONE, L.; FIGUEIRA, R. C. L.; KLEIN, D. A.; MARTINS, C. C.; ALVEZ, D. P. V. The Southern Brazilian Shelf: general characteristics, quaternary evolution and sediment distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, special issue PGGM, p. 25-34, 2010.
- MATSUURA, Y. A probable cause of recruitment failure of the Brazilian sardine *Sardinella aurita* population during the 1974/75 spawning season. **South African Journal of Marine Science**, v. 17, p. 29-3, 1996.
- MOORE, S. E. Marine mammals as ecosystem sentinels. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 3, p. 534-540, 2008.
- MORENO, I. B.; ZERBINI, A. N.; DANILEWICZ, D.; SANTOS, M. C. DE O.; SIMÕES-LOPES, P. C.; BRITO JR, J. L.; AZEVEDO, A. DE F. Distribution and habitat characteristics of dolphins of the genus *Stenella* (Cetacea: Delphinidae) in the

Southwest Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series**, v. 300, n. 1-2, p. 229-240, 2005.

MUEHE, D. O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Eds) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 273-349.

OTT, P. H.; BARRETO, A. S.; SICILIANO, S.; LAPORTA, P.; DOMIT, C.; FRUET, P.; DALLA ROSA, L.; SANTOS, M. C. O.; MEIRELLES, A. C.; MARCHESI, M. C.; BOTTA, S.; OLIVEIRA, L. R.; MORENO, I. B.; WICKERT, J.; VERMEULEN, E.; HO MANN, L. S.; BARACHO, C.; SIMÕES-LOPES, P. C. Report of the working group on taxonomy and stock identity of bottlenose dolphins in the Southwest Atlantic Ocean. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 11, n. 1-2, p. 16-28, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.5597/lajam00213>

PALACIOS, D. M.; BAUMGARTNER, M. F.; LAIDRE, K. L.; GREGR, E. J. Beyond correlation: integrating environmentally and behaviourally mediated processes in models of marine mammal distributions. **Endangered Species Research**, v. 22, p. 191-203, 2013.

PARSONS, E. M. C.; BAUER, A.; MCCAFFERTY, D.; SIMMONDS, M. P.; WRIGHT, A. J. **An Introduction to Marine Mammal Biology and Conservation**. USA: Jones & Bartlett Learning, 2013.

PETERSON, A. T. Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modeling. **Quarterly Review of Biology**, v. 78, p. 419-433, 2003.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J. Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right. **Natureza & Conservação**, v. 10, p. 1-6, 2012.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J.; PEARSON, R. G.; ANDERSON, R. P.; MARTINEZ-MEYER, E.; NAKAMURA, M.; ARAUJO, M. B. **Ecological Niches and Geographic Distributions**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2011.

QIAO, H.; PETERSON, A. T.; CAMPBELL, L. P.; SOBERÓN, J.; JI, L.; ESCOBAR, L. E. NicheA: creating virtual species and ecological niches in multivariate environmental scenarios. **Ecography**, v. 39, n. 8, p. 805-813, 2016. doi: 10.1111/ecog.01961

QIAO, H.; SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. No silver bullets in correlative ecological niche modeling: Insights from testing among many potential algorithms for niche estimation. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 1126-1136, 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2008. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

REDFERN, J. V.; FERGUSON, M. C.; BECKER, E. A.; HYRENBACH, K. D.; GOOD, C.; BARLOW, J.; KASCHNER, K.; BAUMGARTNER, M. F.; FORNEY, K. A.; BALLANCE, L. T.; FAUCHALD, P.; HALPIN, P.; HAMAZAKI, T.; PERSHING, A. J.; QIAN, S. S.; READ, A.; REILLY, S. B.; TORRES, L.; WERNER, F. Techniques for cetacean-habitat modeling. **Marine Ecology Progress Series**, v. 310, p. 271-295, 2006.

ROMAN, J.; ESTES, J. A.; MORISSETTE, L.; SMITH, C.; COSTA, D.; MCCARTHY, J.; NATION, J. B.; NICOL, S.; PERSHING, A.; SMETACEK, V. 2014. Whales as marine ecosystem engineers. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 7, p. 377-385, 2014. doi:10.1890/130220

ROUGHGARDEN, J. Resource partitioning among competing species: a

coevolutionary approach. **Theoretical Population Biology**, v. 9, p. 388-424, 1976.

SANTOS, M. C. DE O.; FERREIRA NETO, D. Killer whale (*Orcinus orca*) predation on a franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in Brazilian waters. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 4, n. 1, p. 62-72, 2005.

SANTOS, M. C. DE O.; FIGUEIREDO, G. C. A rare sighting of a bottlenose whale (*Hyperoodon planifrons* Flower, 1882) in shallow waters off Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 1, p. 105-110, 2016.

SANTOS, M. C. DE O.; OSHIMA, J. E. F.; DA SILVA, E. Sightings of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*): the discovery of a population in the Paranaguá Estuarine Complex. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, p. 57-63, 2009.

SANTOS, M. C. DE O.; OSHIMA, J. E. F.; PACÍFICO, E. S.; DA SILVA, E. Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in the Paranaguá Estuarine Complex: insights on the use of area based on the photo-identification technique. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 27, p. 324-330, 2010b.

SANTOS, M. C. DE O.; PACÍFICO, E. S.; GONÇALVES, M. F. Unusual record of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in inner waters of the Cananéia estuary, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 6, p. 117-119, 2007.

SANTOS, M. C. DE O.; ROSSO, S. Ecological aspects of marine tucuxi dolphins (*Sotalia guianensis*) based on group size and composition in the Cananéia estuary, Southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 6, p. 71-82, 2007.

SANTOS, M. C. DE O.; ROSSO, S. Social organization of marine tucuxi dolphins, *Sotalia guianensis*, in the Cananéia estuary of Southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 89, n. 2, p. 347-355, 2008.

- SANTOS, M. C. DE O.; SICILIANO, S.; VICENTE, A. F. de C.; ALVARENGA, F. S.; ZAMPIROLI, E.; DE SOUZA, S. P.; MARANHÃO, A. Cetacean records along São Paulo state coast, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 2, p. 123-142, 2010a.
- SANTOS, M. C. DE O.; VICENTE, A. F. C.; ZAMPIROLI, E.; ALVARENGA F. S.; SOUZA, S. P. Records of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) from the coastal waters of São Paulo state, Southeastern Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 169-174, 2002.
- SAWAYA, P. Sobre o "Piolho da Baleia". **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Zoologia**, v. 2, p. 197-248, 1938.
- SBROCCO, E. J.; BARBER, P. H. MARSPEC: Ocean climate layers for marine spatial ecology. **Ecology**, v. 94, n. 4, p. 979, 2013. <http://dx.doi.org/10.1890/12-1358.1>
- SHANE, S. H.; WELLS, R. S.; WURSIG, B. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. **Marine Mammal Science**, v. 2, n. 1, p. 34–63, 1986.
- SECCHI, E. *Sotalia guianensis*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, e.T181359A17583662, 2012. Acessado em 09 de novembro de 2016. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T181359A17583662.en>.
- SICILIANO, S.; RAMOS, R. M. A.; DI BENEDITTO, A. P. M.; SANTOS, M. C. DE O.; FRAGOSO, A. B.; BRITO JR, J. L.; AZEVEDO, A. DE F.; VICENTE, A. F. C.; ZAMPIROLI, E.; ALVARENGA, F. S.; BARBOSA, L.; LIMA, N. R. W. Age and growth of some delphinids in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, p. 293-303, 2007.

SICILIANO, S.; SANTOS, M. C. DE O.; VICENTE, A. F. DE C.; ALVARENGA, F.; ZAMPIROLI, E.; BRITO JR, J. L.; AZEVEDO, A. DE F.; PIZZORNO, J. L. Strandings and feeding records of Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in south-eastern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 84, p. 857-859, 2004.

SIDOU, S. A. **Capturas acidentais de pequenos cetáceos pela frota pesqueira do porto de Cananéia, SP**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2008.

SIMÕES-LOPES, P. C.; FÁBIAN, M. E. Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, p. 1017–1024, 1999.

SOBERÓN, J.; NAKAMURA, M. Niches and distributional areas: concepts, methods and assumptions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, p. 19644–19650, 2009. doi: 10.1073/pnas.0901637106

SOBERÓN, J.; PETERSON, A.T. Ecological niche shifts and environmental space anisotropy: a cautionary note. **Revista Mexicana de Biodiversidad**, v. 82, p. 1348–1353, 2011.

STEWMAN, J.; DEBURE, K.; HALE, S.; RUSSEL, A. Interactive 3-D pose correction and content-based image retrieval for dorsal fin recognition. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 4141 p. 648-660, 2006. doi: 10.1007/11867586_60

SUTHERLAND, W. J. **Ecological Census Techniques: A Handbook**. 2. ed. Cambridge University Press, 2006.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 11-23, 2005.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C.; YOSHIKAWA, P. S.; HURTADO, S. N. São Paulo. In: MUEHE, D. (Ed.) **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p. 297-346.

WARREN, D.; GLOR, D.; TURELLI, M. Environmental niche equivalency versus conservatism: quantitative approaches to niche evolution. **Evolution**, v. 62, p. 2868-2883, 2008.

WICKERT, J. C.; VON EYE, S. M.; OLIVEIRA, L. R.; MORENO, I. B. Revalidation of *Tursiops gephyreus* Lahille, 1908 (Cetartiodactyla: Delphinidae) from the southwestern Atlantic Ocean. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 6, p. 1728-1737, 2016. doi: 10.1093/jmammal/gyw139

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1996

ZERBINI, A. N.; DANILEWICZ, D.; SECCHI, E. R.; ANDRIOLO, A.; CREMER, M.; FLORES, P. A. C.; FERREIRA, E.; ALVES, L. C. P. DE S.; SUCUNZA, F.; DE CASTRO, F.; PRETTO, D.; SARTORI, C. M.; SCHULZE, B.; DENUNCIO, P.; LAAKE, J. **Assessing bias in abundance estimates from aerial surveys to improve conservation of threatened franciscana dolphins: preliminary results from a survey conducted in southern Brazil**. Tromsø, Norway: IWC Scientific Committee, 2011. Documento SC/63/SM9.

ZERBINI, A. N.; SECCHI, E. R.; BASSOI, M.; ROSA, L. D.; HIGA, A.; MORENO, I. B.; MÖLLER, L. M.; CAON, G. **Distribuição e abundância relativa de cetáceos na zona econômica exclusiva da região sudeste-sul do Brasil**. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP, 2004.

ZERBINI, A. N.; SECCHI, E. R.; SICILIANO, S.; SIMÕES-LOPES, P. C. A review of the occurrence and distribution of whales of the Genus Balaenoptera along the Brazilian coast. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 47, p. 407-417, 1997.

8. ANEXOS

Anexo 1: Avistagens de cetáceos realizadas nos 41 cruzeiros oceanográficos apresentando a data, espécie (SPP), setor (N – norte; S – sul, L – Laje de Santos), localização da avistagem, tamanho do grupo, profundidade, temperatura superficial, variação da temperatura superficial, salinidade superficial e variação da salinidade superficial local de cada avistagem.

Data	SPP	Setor	Lat	Long	T. grupo	Prof. (m)	Dist. costa (km)	Decliv. (°)	Temp. média (°C)	Temp. variação (°C)	Sal. média (PSU)	Sal. variação (PSU)
06/dez/12	Be	N	-23,72	-45,10	1	-30	9	2	23,7	4,7	35,7	1,0
06/dez/12	Tt	N	-23,72	-45,10	12	-30	9	2	23,7	4,7	35,7	1,0
06/dez/12	Be	N	-23,72	-45,12	1	-30	9	2	23,8	4,7	35,7	1,0
07/dez/12	Oo	N	-23,97	-45,55	18	-37	13	1	23,8	5,7	35,6	1,0
07/dez/12	Be	N	-24,18	-45,85	1	-45	20	0	23,4	5,2	35,5	0,9
07/dez/12	Sb	N	-24,22	-45,92	20	-45	28	1	23,4	5,2	35,5	0,8
12/jun/13	Sf	N	-23,48	-44,95	120	-76	9	4	23,9	5,1	35,7	1,0
12/jun/13	Be	N	-23,45	-44,87	1	-63	8	5	23,9	4,9	35,7	1,0
12/jun/13	Sg	N	-23,75	-45,22	180	-27	3	2	23,9	4,6	35,7	1,0
13/jun/13	Be	N	-23,90	-45,20	2	-40	3	1	23,7	5,0	35,8	1,0
31/jul/13	Sf	L	-24,17	-46,27	60	-26	15	1	27,7	6,1	35,3	0,8
02/set/13	Ea	S	-24,35	-46,58	2	-26	15	1	23,7	6,1	35,3	0,8

02/set/13	Be	S	-24,40	-46,62	1	-27	19	0	23,6	6,1	35,1	0,7
02/set/13	Sb	S	-24,43	-46,65	15	-29	11	0	23,5	6,0	35,1	0,7
10/set/13	Tt	S	-24,95	-47,70	30	-29	7	0	23,5	6,1	35,1	0,7
10/set/13	Be	S	-24,75	-47,37	1	-10	9	1	23,3	6,7	34,4	0,8
10/set/13	Ba	S	-24,73	-47,37	2	-15	10	0	23,4	6,6	34,6	0,7
27/nov/13	Sf	L	-24,30	-46,20	40	-32	31	0	23,5	5,4	35,3	0,8
27/nov/13	Be	L	-24,38	46,07	2	-50	45	1	23,3	5,1	35,5	0,8
28/nov/13	Be	L	-24,38	46,07	2	-50	45	1	23,3	5,1	35,5	0,8
28/jan/14	Sf	N	-24,07	-45,95	60	-12	8	0	23,3	6,7	34,6	0,7
29/jan/14	Be	N	-23,40	-45,07	2	-32	31	0	23,5	5,4	35,3	0,8
30/jan/14	Be	N	-24,23	-46,17	2	-50	45	1	23,3	5,1	35,5	0,8
05/fev/14	Sf	L	-24,35	-46,20	30	-32	36	1	23,4	5,4	35,4	0,8
10/fev/14	Sf	S	-24,23	-46,52	25	-50	45	1	23,3	5,1	35,5	0,8
10/fev/14	Tt	S	-24,75	-47,30	15	-30	28	1	23,7	5,7	35,4	0,9
25/fev/14	Sf	S	-24,88	-46,92	2	-9	2	4	24,0	5,0	35,7	1,0
26/fev/14	Tt	S	-25,80	-48,12	35	-35	25	1	23,6	5,5	35,4	0,8
26/fev/14	Sg	S	-25,15	-47,88	2	-32	36	1	23,4	5,3	35,4	0,8
27/fev/14	Sg	S	-24,68	-47,25	40	-24	18	0	23,7	6,3	35,1	0,7
01/abr/14	Sf	L	-24,12	-46,28	30	-26	9	0	23,8	6,3	35,3	0,8
01/abr/14	Sf	L	-24,38	-46,10	250	-49	43	1	23,3	5,1	35,4	0,8

01/abr/14	Sf	L	-24,20	-46,10	250	-35	26	1	23,5	5,6	35,4	0,8
01/abr/14	Sf	L	-24,22	-46,22	8	-33	21	0	23,6	5,7	35,3	0,8
07/mai/14	Pb	N	-23,62	-45,20	2	-17	14	1	23,4	6,6	34,6	0,7
07/mai/14	Pb	N	-23,58	-45,15	4	-44	49	1	23,2	6,3	35,0	0,6
07/mai/14	Sg	N	-23,58	-45,15	14	-17	34	1	23,0	7,2	34,5	1,2
07/mai/14	Pb	N	-23,53	-44,65	4	-18	3	0	23,5	7,1	34,3	0,9
08/mai/14	Tt	N	-23,68	-45,00	80	-19	10	0	23,5	6,2	34,7	0,7
08/mai/14	Bb	N	-24,27	-46,07	1	-26	9	0	23,8	6,3	35,3	0,8
08/mai/14	Sf	N	-24,33	-46,15	120	-49	43	1	23,3	5,1	35,4	0,8
24/jun/14	Sf	L	-24,40	-46,18	70	-42	42	1	23,3	5,3	35,4	0,8
25/jun/14	Ba	L	-24,40	-46,22	2	-40	41	1	23,3	5,4	35,4	0,8
31/jul/14	Pb	N	-23,58	-45,15	2	-35	26	1	23,5	5,6	35,4	0,8
31/jul/14	Be	N	-23,52	-45,07	1	-33	21	0	23,6	5,7	35,3	0,8
31/jul/14	Sb	N	-23,77	-45,00	25	-15	5	0	23,9	5,1	35,7	1,0
19/ago/14	Mn	S	-24,03	-46,33	2	-20	1	6	24,0	5,4	35,7	1,0
19/ago/14	Sf	S	-24,68	-47,10	40	-20	1	6	24,0	5,4	35,7	1,0
20/ago/14	Ba	S	-25,85	-48,05	2	-48	19	2	23,7	4,7	35,8	1,0
20/ago/14	Tt	S	-25,83	-48,03	17	-36	8	1	23,7	4,7	35,8	1,0
21/ago/14	Tt	S	-25,00	-47,73	55	-42	34	0	23,4	5,2	35,4	0,8
21/ago/14	Sg	S	-24,67	-47,28	30	-33	35	3	23,4	5,3	35,4	0,8

11/nov/14	Tt	N	-24,25	-46,22	26	-42	42	1	23,3	5,3	35,4	0,7
17/dez/14	Tt	N	-24,10	-46,30	65	-40	41	1	23,3	5,4	35,4	0,7
18/dez/14	Pb	N	-23,65	-45,25	5	-20	1	6	24,0	5,4	35,7	1,0
19/dez/14	Pb	N	-23,95	-45,28	2	-16	1	6	24,0	5,4	35,7	1,0
19/dez/14	Tt	N	-23,95	-45,43	35	-48	2	7	23,6	4,9	35,8	1,0
19/dez/14	Be	N	-24,10	-45,65	4	-14	2	2	23,8	6,2	35,2	0,8
19/dez/14	Sf	N	-24,13	-46,27	200	-21	18	1	23,5	6,4	34,8	0,6
15/jan/15	Sf	L	-24,08	-46,27	12	-23	5	1	23,9	6,2	35,3	0,8
20/jan/15	Sf	S	-24,68	-47,10	250	-26	43	1	22,9	7,3	34,6	1,2
03/fev/15	Sb	S	-24,28	-46,55	15	-26	43	1	22,9	7,2	34,6	1,2
03/fev/15	Sf	S	-24,50	-46,73	200	-11	11	1	23,3	6,7	34,4	0,8
10/fev/15	Dd	N	-24,17	-46,25	12	-16	7	1	23,5	6,4	34,6	0,7
26/fev/15	Sb	L	-24,30	-46,15	15	-34	33	1	23,4	5,4	35,4	0,8
19/mai/15	Sb	L	-24,38	-46,20	50	-38	39	2	23,4	5,3	35,4	0,8
20/mai/15	Dd	L	-24,30	-46,17	7	-31	32	1	23,5	5,4	35,4	0,8
26/mai/15	Sf	L	-24,18	-46,22	50	-30	17	0	23,7	6,0	35,3	0,8
08/jun/15	Sf	L	-24,22	-46,15	20	-36	25	1	23,6	5,5	35,4	0,8
08/jun/15	Sf	L	-24,22	-46,22	120	-33	21	0	23,6	5,7	35,3	0,8
08/jun/15	Sf	N	-24,17	-46,25	25	-32	25	0	23,6	5,6	35,3	0,8
08/jun/15	Mn	N	-23,95	-45,90	1	-23	8	0	23,9	6,2	35,2	0,8

08/jun/15	Pb	N	-23,87	-45,62	12	-14	7	0	23,9	5,1	35,7	1,0
08/jun/15	Sf	N	-24,05	-45,62	8	-5	1	2	23,3	5,7	35,8	1,0
09/jun/15	Sg	N	-23,60	-45,22	30	-33	4	1	23,4	5,1	35,6	0,9
09/jun/15	Dd	N	-23,47	-44,75	120	-25	10	0	23,8	6,2	35,3	0,8
09/jun/15	Tt	N	-23,50	-44,98	25	-23	5	1	23,9	6,2	35,2	0,8

Espécies: Ba – *Balaenoptera ocutorostrata*; Bb – *Balaenoptera bonaerensis*; Be – *Balaenoptera edeni*; Dd – *Delphinus delphis*; Ea – *Eubalaena australis*; Mn – *Megaptera novaeangliae*; Oo – *Orcinus orca*; Pb – *Pontoporia blainvillei*; Sb – *Steno bredanensis*; Sf – *Stenella frontalis*; Sg – *Sotalia guianensis*; Tt – *Tursiops truncatus*.

Anexo 2: Elipsóides projetados pelo programa NicheA representando o nicho fundamental das espécies no espaço ambiental. A e B mostram os nichos das seis espécies principais em dois ângulos de visão diferentes (amarelo – *Balaenoptera edeni*, azul escuro – *Tursiops truncatus*, azul claro – *Stenella frontalis*, vermelho – *Pontoporia blainvillei*, rosa escuro – *Sotalia guianensis*, rosa claro – *Steno bredanensis*). As imagens seguintes (C – H) mostram os nichos fundamentais das espécies *T. truncatus* (amarelo) e *S. guianensis* (azul claro) em diferentes ângulos.

9. MATERIAL COMPLEMENTAR

Avistagens de cetáceos realizadas na área de estudo apresentando a data, espécie (SPP), localização da avistagem e tamanho do grupo. As avistagens foram realizadas de forma não sistemática e foram utilizadas apenas para a identificação de indivíduos reavistados no litoral paulista.

Data	SPP	Lat	Long	T. grupo
14/abr/12	Tt	-24,00	-45,42	70
21/jul/12	Sb	-24,07	-45,43	20
06/out/12	Sb	-23,52	-45,45	20
19/jan/13	Tt	-24,01	-44,43	35
4/mai/13	Sf	-24,02	-45,44	200