

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL**

**DISTRIBUIÇÃO E OCORRÊNCIA DE PINÍPEDES
NA ILHA ELEFANTE, SHETLANDS DO SUL,
ANTÁRTICA ENTRE 2005 E 2010 A PARTIR DE
CENSOS AÉREOS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Mariana Borba Trevisan

Santa Maria, RS, Brasil

2015

DISTRIBUIÇÃO E OCORRÊNCIA DE PINÍPEDES NA ILHA ELEFANTE, SHETLANDS DO SUL, ANTÁRTICA ENTRE 2005 E 2010 A PARTIR DE CENSOS AÉREOS

Mariana Borba Trevisan

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Linha de Pesquisa em Biogeografia de Animais Marinhos, da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, RS, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biodiversidade Animal**

**Orientador:
Dr. Ronald Buss de Souza**

**Co-orientadora:
Dra. Monica Mathias Costa Muelbert**

**Santa Maria, RS, Brasil
2015**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**DISTRIBUIÇÃO E OCORRÊNCIA DE PINÍPEDES NA
ILHA ELEFANTE, SHETLANDS DO SUL, ANTÁRTICA
ENTRE 2005 E 2010 A PARTIR DE CENSOS AÉREOS**

elaborada por
Mariana Borba Trevisan

Como requisito parcial para obtenção do grau de
**Mestre em Ciências Biológicas – Área de Biodiversidade
Animal**

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dr. Ronald Buss de Souza (Presidente/Orientador)

Dr. Eduardo Resende Secchi (FURG)

Dr. Nilton Carlos Cáceres (UFSM)

Santa Maria, 15 de Maio, 2015.

Os dados apresentados nessa dissertação pertencem ao projeto MEOP-BR e à sua coordenação. O uso, divulgação ou processamento dos dados brutos apresentados aqui não está autorizado, a não ser após consulta e autorização expressa do proprietário.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha família, a minha mãe Rosângela por ser fonte de força e carinho. Ao meu pai-herói Alencar, exemplo de caráter, dedicação e alegria, por me mostrar que o trabalho gera recompensas para toda a vida. Amo vocês. Aos meus irmãos, Manuela e Felipe por todos os momentos especiais que compartilhamos. Aos meus sobrinhos que com seu amor tão inocente me fazem acreditar em um futuro melhor. Agradeço ao Guilherme por ser minha base de apoio e confiança durante todo esse tempo. Agradeço também, como não poderia deixar de ser, ao Charlie meu filho canino. Amo vocês.

Agradeço as minhas amigas Paola, Júlia e Juliana que me aguentam há tanto tempo, vocês são parte de tudo isso, além de serem meus exemplos de mulheres fortes que lutam sempre pelo o que querem. Amo vocês.

Agradeço ao Prof. Dr. Ronald por toda minha caminhada acadêmica desde a iniciação científica até o mestrado, por todas as oportunidades e incentivo que me deste. Agradeço também a Prof. Dra. Mônica por abraçar essa causa junto comigo, pelas oportunidades e pela paciência. A vocês todo meu reconhecimento, admiração e carinho.

A todo o pessoal do Laboratório de Meteorologia e Oceanografia por Satélites – LAMOS, por todo o companheirismo e apoio, foram 4 anos e meio de muitas alegrias, churrascos e trabalho, a vocês meu muito obrigada. Aos meus amigos do INPE pelos cafés matadores de sono e risadas que fizeram meus dias mais alegres, também o meu agradecimento e carinho. Em especial a Priscila, Daniel, Kauana e Cristiélen que foram essenciais para o término desta etapa, a vocês meu muito obrigada.

Agradeço ao INCT da Criosfera pelo fomento parcial ao projeto e a CAPES pelo fomento da bolsa de mestrado durante este período. Ao PPG Biodiversidade Animal e a UFSM, ao Centro Regional Sul do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CRS/INPE, por toda a infraestrutura e apoio fornecidos. Agradeço ao PROANTAR e ao Projeto MEOP pela obtenção dos dados utilizados nesse trabalho. Agradeço também a banca pela disponibilidade para avaliar meu trabalho. A todos, meu muito obrigada!

É possível encontrar a felicidade mesmo nas horas mais sombrias, se você lembrar de acender a luz.

J. K. Rowling

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal

Universidade Federal de Santa Maria

DISTRIBUIÇÃO E OCORRÊNCIA DE PINÍPEDES NA ILHA ELEFANTE, SHETLANDS DO SUL, ANTÁRTICA ENTRE 2005 E 2010 A PARTIR DE CENSOS AÉREOS

Autora: Mariana Borba Trevisan

Orientador: Ronald Buss de Souza

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 15 de maio de 2015

Pinípedes são mamíferos marinhos pertencentes à Ordem Carnívora. Algumas espécies foram levadas quase à extinção devido à caça por sua pele e gordura. Medidas de conservação foram tomadas para evitar a extinção e o monitoramento das populações é essencial para avaliar como estas estão reagindo ao longo dos anos. O sensoriamento remoto através de imagens de satélite e fotografias aéreas permite este monitoramento através da contagem dos indivíduos sem interferir diretamente com os animais. Este trabalho tem por objetivo geral analisar aspectos da distribuição e ocorrência de pinípedes na Ilha Elefante, situada a nordeste da Península Antártica no Arquipélago das Shetlands do Sul, durante o verão austral (novembro a março) entre os anos de 2005 a 2010 através de censos aéreos realizados no entorno da Ilha Elefante. As fotografias de censo aéreo foram tomadas a partir de helicópteros Esquilo da Marinha do Brasil voando em velocidade constante, entre 30 e 50 m de altura ao longo do perímetro da ilha. Os dados foram obtidos através da contagem de indivíduos registrados nas fotografias. Os animais contados a partir dos censos somados atingiram 27.592 indivíduos ao longo dos anos. Devido ao fato de que não foi possível cobrir todo o perímetro da ilha em todos os censos aéreos, a distribuição e abundância foram estudadas dividindo-se a ilha em sete setores ao longo de seu perímetro total. Em geral, as espécies observadas com maior frequência em todos os setores foram os elefantes-marinhos do sul (*Mirounga leonina* - EMS) e os lobos-marinhos antárticos (*Artocephallus gazella* - LMA). Ainda que os demais focídeos como a foca-de-Weddell (*Leptonychotes weddelli*), foca-leopardo (*Hydrurga leptonyx*) e a foca-caranguejeira (*Lobodon carcinophaga*) registrados para a Ilha Elefante apresentem baixa representatividade na sua ocupação, sua presença é constante em todos os censos. Utilizando técnica estatística de Análise de Coordenadas Principais, nota-se que o padrão de ocupação da Ilha Elefante pelos pinípedes está relacionado com o substrato presente nos diferentes

setores da ilha. Os EMS permanecem em locais de substrato arenoso e apresentam maior ocupação nos primeiros meses do verão (novembro e dezembro), enquanto os LMA permanecem preferencialmente em locais rochosos e sua ocupação é maior nos últimos meses de verão (janeiro e fevereiro). Novos locais de reprodução foram descritos em especial para LMA nos setores denominados de Valentin e Piloto Pardo. Dados preliminares tomados a partir de uma imagem de satélite para o setor de Valentin corroboraram os dados de fotografias aéreas e indica que LMA é a espécie predominante dessa região. Ao nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo realizado com dados de censo aéreo na Ilha Elefante e os resultados apresentados aqui tem grande utilidade para o correto manejo e para as políticas de conservação de pinípedes.

Palavras-chave: elefante-marinho do sul; lobo-marinho Antártico; distribuição; ocorrência.

ABSTRACT

Master Dissertation

Graduate Program in Animal Biodiversity

Federal University of Santa Maria

DISTRIBUTION AND OCCURENCY OF PINNIPEDS IN THE ELEPHANT ISLAND, SOUTH SHETLANDS ISLANDS, ANTARCTICA, BETWEEN 2005 AND 2010 FROM AERIAL CENSUSES

Author: Mariana Borba Trevisan

Advisor: Ronald Buss de Souza

Date and place of the defense: Santa Maria, May 15th 2015

Pinnipeds are marine mammals of the Carnivora order. Some species were close to the complete extinction due to predatory hunt for their skin and blubber. Conservation measures have been taken to avoid extinction and population monitoring is essential to evaluate how populations are responding along the years. Remote sensing, from satellite images and aerial photographs, allows the monitoring through individual counting without interfering directly in the animals. The main objective of this work is to analyze aspects of the demography and the distribution of pinnipeds in the Elephant Island, located northeast of the Antarctic Peninsula, in the South Shetlands Islands, during the Austral summer (November to March) in the years of 2005 to 2010, using aerial censuses performed around the Elephant Island. The aerial censuses photographs were taken from Squirrel helicopters of the Brazilian Navy flying at a constant speed, 30 to 50 meters height along the island's perimeter. The data were obtained by counting the individuals registered in the photographs. The counting of all censuses summed 27.592 individuals along the years. Due to the fact that it was not possible to cover the totality of the island's perimeter in all censuses, the distribution and occurrence were studied dividing the island into seven sectors along its total perimeter. In general, the species observed more frequently in all sectors were the Southern elephant seals (*Mirounga leonina*) and Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*). Even though other seals species such as the Weddell seal (*Leptonychotes weddelli*), the leopard seal (*Hydrurga leptonyx*) and the crabeater seal (*Lobodon carcinophaga*) registered to the Elephant Island exhibited low representativeness in their occupancy, their presence is constant in all censuses. Using the statistical technique Principal Coordinates Analysis, we notice that the occupancy pattern of the Elephant

Island by the pinnipeds is related to the substrate present in the different sectors of the island and to the period of the Austral summer sampled. Southern elephant seals settle in sectors of sandy substrate and exhibit the largest occupation during the earlier months of summer (November and December), while Antarctic fur seals preferably settle in rocky substrates and its occupancy is larger during the latest months of summer (January to February). New breeding sites were described in particular for the Antarctic fur seals in so called sectors of Valentin and Piloto Pardo. Preliminary data taken from satellite images of Valentin sector corroborated the aerial photograph data and indicated that the Antarctic fur seals are the predominant species in this region. To our knowledge, this is the first study taken with aerial censuses data in the Elephant Island, and the results presented here have great use for the correct management and conservation politics for the pinnipeds.

Keywords: Southern elephant seal; Antarctic fur seal; distribution; occurrence.

Lista de Figuras

Figura 1: Continente Antártico, Península Antártica e região do Mar de Weddell em composição de imagens de satélite gerada pela NASA.....	21
Figura 2: Localização e mapa da Ilha Elefante, mostrando a localidade de Stinker Point, (61° 13'S; 55° 23'W) área de estudo usada como controle para contagem de indivíduos obtida em censos aéreos (validação). Fonte: Tiago Gandra.	24
Figura 3: Separação da Ilha Elefante em setores; locais entre as linhas vermelhas representam os setores onde foram encontrados animais, já as linhas verdes sobre a ilha representam principais áreas de geleira, glaciares ou escarpas rochosas onde não há ocorrência de pinípedes. As indicações de distância em km representam o percentual do perímetro desse setor em relação ao perímetro total da Ilha Elefante.....	28
Figura 4: Mapas da IE com escala de abundância de EMS registrados nos diferentes censos. A escala apresenta desde nenhum indivíduo (n=0) até abundância superior a 1000 indivíduos (vermelho).....	39
Figura 5: Mapas de abundância referentes aos indivíduos de LMA nos setores abrangidos em cada censo. Escala de 0 (amarelo) a superior a 1000 (vermelho).	42
Figura 6: FW descansando sobre o gelo durante censo realizado no dia 03/11/2008. Quase na totalidade das vezes em que foram registradas estava isolada de outros indivíduos de sua espécie.....	43
Figura 7: FC descansando sobre areia 03/11/2008. A espécie manteve-se presente em todos os censos realizados na IE, porém sempre encontrada isolada de coespecíficos, corroborando o uso da ilha para descanso.	44
Figura 8: Registro fotográfico de FL descansando sobre bloco de gelo nas proximidades da IE no censo 03/11/2008.	45
Figura 9: Ordenação das comunidades de pinípedes por setores e época de censos aéreos através da Análise de Coordenadas Principais. Censos realizados em novembro tenderam a permanecer agrupados. O mesmo acontece com os diferentes substratos (rochosos e arenosos). Círculos e quadrados preenchidos representam os censos aéreos de início de verão austral (novembro - período reprodutivo), círculos e quadrados vazados representam censos aéreos registrados nos meses finais do verão austral, (janeiro e fevereiro – período de muda/dispersão); Círculos representam setores com substrato arenoso, enquanto quadrados representam setores de substrato rochoso. As elipses representam os agrupamentos, vermelho representa agrupamento por substrato e azul o agrupamento de época do ciclo de vida. Os dígitos representam os censos e os setores amostrados. Sendo que o primeiro dígito representa o censo em ordem cronológica do tempo e o segundo dígito o setor da Ilha Elefante.	47

Figura 10: Fotografia de censo aéreo de 28/11/2009, onde podem ser vistos filhotes recém-nascidos de EMS (círculos vermelhos).....	49
Figura 11: Fotografia de censo aéreo de 01/11/2007, onde se vê um harém de EMS em uma praia de LOK coberta de gelo. Há marcas de sangue da placenta dos animais marcadas na neve (círculo).....	49
Figura 12: Fotografia de censo aéreo de 19/02/2010, praia rochosa no setor de VAL.	50
Figura 13: Fotografia de censo aéreo de 19/02/2010 na área imediata ao Busto Piloto Pardo, setor PP, rodeado por LMA e pinguins.	50
Figura 14: Fotografia de censo aéreo de 19/02/2010, setor de VAL, indicando filhotes de LMA sobre rochas (círculos).	51
Figura 15: Identificação da Ilha Elefante através de imagens de satélite na plataforma Google Earth® e visualização de um detalhe do setor de VAL.	52
Figura 16: Praia dos Lobos, VAL no setor de VAL vista através de uma imagem de satélite do dia 04/02/2011 na plataforma Google Earth®.	53
Figura 17: Praia das Rochas no setor de VAL vista através de uma imagem de satélite do dia 04/02/2011 na plataforma Google Earth®.....	53
Figura 18: Praia dos Lobos com marcação dos grupos de indivíduos de LMA.	54
Figura 19: Praia das Rochas com marcação das linhas principais de indivíduos de LMA presentes no local.....	55

Lista figuras Anexo I

Figura A. 1: Pilotos se preparando para sobrevoos na IE.....	70
Figura A. 2: Pilotos dentro da cabine do helicóptero já em sobrevoos na IE em 10/01/2008.	70
Figura A. 3: Pesquisador tomando fotografias para o censo aéreo na IE em 10/01/2008.	71
Figura A. 4: Refúgio Goeldi, no setor de ST, para pesquisadores durante os trabalhos de campo na IE.....	71
Figura A. 5: Visão geral do setor de ST no censo de 25/11/2005.	72
Figura A. 6: Marca do Projeto Elefante-Marinho do Sul no setor de ST em 25/11/2005.	72
Figura A. 7: Setor de ST coberto de neve no censo de 01/11/2007.....	73
Figura A. 8: Agrupamento de EMS no setor de Lookout no censo de 18/01/2009.	73
Figura A. 9: Pinípedes ocupando setor de LOK no censo de 19/02/2010.....	74
Figura A. 10: Geleira de Endurance, localizada entre os setores de LOK e MB, censo de 25/11/2005.....	74
Figura A. 11: Geleira de Endurance no censo de 19/02/2010.	75
Figura A. 12: Indivíduos de EMS na praia de setor de MB em 10/01/2008.....	75
Figura A. 13: Grande quantidade de indivíduos de LMA em praia do setor de MB no censo de 19/02/2010.....	76
Figura A. 14: Praia do setor de VAL com grande quantidade de filhotes de LMA no censo de 10/01/2008.....	76
Figura A. 15: Indivíduos de FW em rochas no setor de VAL em censo de 19/02/2010.	77
Figura A. 16: Busto do Piloto Pardo no setor de PP em 19/02/2010.....	77
Figura A. 17: Setor de YE com muito gelo no censo de 01/11/2007.....	78
Figura A. 18: Grupo de EMS no setor de YE em censo de 18/01/2009.	78
Figura A. 19: Praia do setor de LI com indivíduos de EMS em 25/11/2005. ...	79
Figura A. 20: Setor de LI com muito gelo no censo de 01/11/2007.....	79

Lista de tabelas

Tabela 1: Setores da Ilha Elefante e suas características.	27
Tabela 2: censos em que os setores foram amostrados	34
Tabela 3: Abundância de indivíduos presentes na Ilha Elefante durante os censos aéreos no respectivo censo. Incluindo fase do ciclo de vida dos EMS e LMA.....	36
Tabela 4: Abundância de EMS por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente. Totais, médias e desvios padrão correspondentes para cada fase do ciclo de vida dos EMS. As diversas fases do ciclo de vida (pré-reprodução, reprodução, muda e dispersão), quando existentes, estão denotadas pelas cores laranja, amarelo cian e cinza, respectivamente.	38
Tabela 5: Abundância de LMA por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente. As diversas fases do ciclo de vida (pré-reprodução, reprodução, muda e dispersão), quando existentes, estão denotadas pelas cores laranja, amarelo cian e cinza, respectivamente.	41
Tabela 6: Abundância de FW por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente.	43
Tabela 7: Abundância de FC por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente.	44
Tabela 8: Abundância de FL por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente.	45

Lista de abreviaturas

BIOSS – Projeto Biodiversidade e os Pinípedes nas Shetlands do Sul

CCAS – Convenção para Conservação das Focas Antárticas

EMS – elefante-marinho do sul (*Mirounga leonina*)

FC – foca-caranguejeira (*Lobodon carcinophaga*)

FL – foca-leopardo (*Hydrurga leptonyx*)

FW – foca de Weddell (*Leptonychotes weddelli*)

IE – Ilha Elefante

LI – Lindsay

LMA – lobo-marinho antártico (*Arctocephalus gazella*)

LOK – Lookout

MB – Muckle Bluff

PA – Península Antártica

PCoA – Análise de Coordenadas Principais

PP – Piloto Pardo

SCAR – Comitê Científico de Pesquisas Antárticas

ST – Stinker Point

VAL – Valentin

YE – Yelcho

Sumário

1. Introdução	17
2. Materiais e métodos	21
2.1. Área de Estudo e Coleta de Dados.....	21
2.2. Dados e métodos de análise.....	25
2.2.1. Abundância de pinípedes na Ilha Elefante.....	25
2.2.2. Padrão de ocupação temporal e espacial da Ilha Elefante	26
2.2.3. Análise de coordenadas principais	28
2.2.4. Novas áreas de reprodução.....	29
2.3. Espécies encontradas na Ilha Elefante	29
3. Resultados	32
3.1. Setores.....	32
3.2. Variação temporal	34
3.2.1. Variação temporal do elefante-marinho do sul	37
3.2.2. Variação temporal do lobo-marinho Antártico	40
3.2.3. Variação temporal de outros pinípedes	43
3.3. Variação por substrato	46
3.3.1. Padrões de ocupação de Ilha Elefante por pinípedes.....	46
3.4. Novos locais de reprodução.....	47
3.5. Censo por imagens do Google Earth®	51
4. Discussão.....	56
5. Conclusão e Considerações Finais	61
6. Referências	64
7. Anexo I	70

1. Introdução

A superfamília Pinnipedia, Ordem Carnívora, difere das demais famílias de mamíferos marinhos por apresentar história de vida que ocorre tanto no ambiente aquático quanto terrestre, sendo esta uma das características que unifica o grupo (BERTA et al., 2006). Os pinípedes apresentam a necessidade de retornar a um substrato sólido (praias rochosas, arenosas ou gelo), para reprodução, troca de pelo ou descanso, após um período no ambiente aquático para alimentação (JEFFERSON et al., 1994). Grande parte de suas espécies ocupam níveis elevados da cadeia trófica exercendo papel importante no fluxo de energia do ecossistema Antártico. Os pinípedes dividem-se em três famílias monofiléticas: Otariidae (lobos e leões marinhos), Odobenidae (morsas) e Phocidae (focas e elefantes-marinhos), (BERTA e SUMICH, 1999; BININDA-EMONDS et al., 1999; DASMAHAPATRA et al., 2009). Possuem corpo hidrodinâmico coberto por pelos, e vibrissas sensoriais estão presentes na região do focinho.

Os pinípedes locomovem-se na água dos oceanos por movimentos ondulatórios, onde a propulsão do corpo se dá a partir do movimento da parte posterior do corpo modificada em forma de pena, característica que confere o nome ao grupo. Os membros pélvicos voltaram-se para trás em formato de nadadeira. Os Phocídeos são incapazes de mover esses membros posteriores para região anterior do corpo, possuindo assim uma locomoção bastante característica enquanto estão em terra. Já os Otarídeos e os Odobenídeos conseguem, conferindo-os um deslocamento quadrúpede, mais eficiente em terra (POUGH, 2008). Possuem como isolante térmico uma camada de gordura que envolve todo o corpo do animal, além da pelagem que é trocada a cada ano com a função de termorregulação. Suas fossas nasais estão situadas frontalmente no focinho, sendo que sua abertura e fechamento são controladas voluntariamente pelo sistema nervoso (HEWER, 1974). As maiores concentrações tanto de espécies como de indivíduos de pinípedes são encontradas no Oceano Atlântico Sub-Ártico e norte do Oceano Pacífico, e também na região circumpolar Antártica (DAVIES, 1958).

As populações possuem estrutura espacial, onde indivíduos escolhem áreas de habitats adequados dentro de suas fronteiras geográficas, e suas abundâncias podem variar conforme fatores ecológicos dentro do habitat (RICKLEFS, 2010). Esse espaço escolhido é considerado uma das principais dimensões do nicho de uma espécie, e a maneira que os indivíduos o utilizam define uma série de interações ecológicas com o ambiente (SHOENER, 1974; PIANKA, 1999; PREVEDELLO et al, 2008). Estudos sobre escolha de habitat por pinípedes, (MONTGOMERY et al., 2007; BAN e TRITES, 2007; GONZÁLES-SUAREZ e GERBER, 2008; CARO, 2012) tem apontado para a existência de relação entre a coloração da pelagem dos animais e sua seleção ativa por local de reprodução e descanso. A camuflagem diminui o risco de predação e favorece o sucesso alimentar além de auxiliar na termorregulação dos indivíduos.

Áreas preferenciais para reprodução e descanso são descritas para diferentes espécies de pinípedes, como para o leão-marinho californiano (*Zalophus californianus*), o leão-marinho de Steller (*Eumetopias jubatus*), o lobo-marinho sul-americano (*Arctocephalus australis*), e o leão-marinho de Galápagos (*Zalophus californianus wolfebaeki*) (GONZÁLEZ-SUÁREZ e GERBER, 2008; BAN e TRITES, 2007; STEVENS e BONESS, 2003; WOLF et al., 2005, respectivamente). Segundo Caro et al. (2012), a escolha de habitat está relacionada à proteção e termorregulação dos indivíduos. Sua abordagem filogenética relacionou a coloração da pelagem dos indivíduos com o meio onde vivem. Os autores constataram alta relação entre esses padrões. Por exemplo, alguns focídeos do Ártico têm filhotes que apresentam coloração do pelo branca o que lhes confere proteção contra predadores ao se camuflarem com o meio.

Novas metodologias e tecnologias vêm sendo empregadas para o monitoramento de diversas populações. Censos aéreos ou identificação e contagem de indivíduos de diferentes espécies a partir de imagens de satélite e fotografias aéreas proporcionam uma alternativa relativamente mais barata para os estudos populacionais e têm sido cada vez mais utilizados (TESTA e SINIFF, 1987; LEWIS et al, 1998; GUTRO, 2005; MONTGOMERY et al., 2007; LaRUE et al, 2011; BENGTON et al., 2011; FRETWELL et al., 2012; YANG, 2012; McMAHON et al., 2014; LOWRY et al., 2014).

Devido à coloração disruptiva dos pinípedes com o meio, censos aéreos tem se mostrado um método mais eficiente no registro das populações de pinípedes do que em imagens de satélite (LAKE et al., 2005), devido a alta resolução necessária para a identificação das espécies. Somente espécies que possuem tendência de ocorrer isoladamente em blocos de gelo, como a foca-de-Weddell (*Leptonychotes weddellii* - FW), tinham a possibilidade de serem contadas de forma automática em imagens de satélite (LaRUE et al., 2011). Os autores McMahon et al. (2014) foram os pioneiros na utilização da técnica de contagem de elefantes-marinhos do sul (EMS) por imagem de satélite na Ilha Macquarie, no Sul do Oceano Pacífico. Devido ao seu maior tamanho corporal, EMS são mais facilmente detectados tanto por fotografias aéreas quanto em imagens de satélite, ainda que a espécie apresente distribuição agrupada. Porém McMahon et al. (2014), ressaltam que, embora a existência da vantagem da alta resolução das imagens de satélite, existem algumas limitações no uso da técnica, que incluem conseguir imagens totalmente livres de nuvens e o alto grau de treinamento dos observadores para análise das imagens.

As fotografias aéreas e imagens de satélite representam juntas uma importante ferramenta para a realização de estudos de análise e caracterização ambiental, uso e ocupação do solo pelas populações animais. Podem fornecer dados de estimativas e monitoramento populacionais, além do mapeamento de áreas preferenciais de hábitat importantes para a conservação de grandes indivíduos. Censos aéreos foram utilizados para monitoramento de indivíduos como herbívoros ungulados na África do Sul (LORIST et al., 2012), ungulados em reservas de países como Alemanha e França (FRANKE et al., 2012), pinípedes como EMS na Península Valdez, Argentina (LEWIS et al., 1998), e foca-comum no Alaska (MONTGOMERY et al., 2007).

Cada vez mais, o aperfeiçoamento tecnológico tanto dos satélites como dos sensores imageadores de alta resolução tem permitido a utilização das imagens de satélites como ferramenta para a observação de populações de animais na superfície terrestre. Porém essa técnica pode se tornar muito dispendiosa pela alta resolução necessária para analisar áreas com ocupação de espécies menores de 2 metros de comprimento, e mais caras ainda em áreas remotas. Há também o empecilho da cobertura de nuvens que pode

dificultar a obtenção de informação nas imagens. Ao cobrir grandes áreas as nuvens tornam a informação terrestre nula.

Populações de pinguins imperadores (*Aptenodytes fosteri*) foram estudadas na região Antártica através da análise de imagens de satélite de alta resolução, (FRETWELL et al., 2012). McMahon et al. (2014), foram os primeiros a conseguir utilizar a técnica de contagem de indivíduos de EMS através de imagens de satélite em uma ilha Antártica (Ilha Macquarie). Os autores utilizaram imagens provenientes do satélite GEO-EYE, de alta resolução, disponibilizadas pela Empresa Digital Globe. Esta empresa é a mesma que fornece as imagens disponíveis no programa Google Earth® da Google.

Tendo em vista que o tipo de substrato pode influenciar a escolha de habitats terrestres por pinípedes para, por exemplo, auxiliar na camuflagem ou termorregulação (CARO et al., 2012) e no intuito de entender quais mecanismos regem a ocupação temporal e espacial de pinípedes na Ilha Elefante, foi levantada aqui a hipótese de que os substratos encontrados na IE, influenciariam a escolha de determinado setor pelos indivíduos das espécies que a ocupam, seja para reprodução ou descanso. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo geral analisar e estimar a abundância de pinípedes observados na Ilha Elefante durante o verão austral entre os anos de 1998 a 2010 a partir da contagem nos censos aéreos realizados no entorno da ilha. Como objetivos específicos, buscamos entender as relações entre os dados populacionais e parâmetros ecológicos, (i.) determinando a relação de ocorrência das espécies com o substrato presente nos diferentes setores da ilha; (ii.) descrevendo novos locais de reprodução de pinípedes na ilha, e; (iii.) avaliando como as populações de pinípedes, em particular os EMS e os LMA, estão se comportando no período desse estudo.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de Estudo e Coleta de Dados

O continente Antártico (Figura 1), localizado no hemisfério sul abaixo do paralelo 60°S, possui características singulares de temperatura do ar, de circulação oceânica, do relevo e da cobertura de gelo. São 14 milhões de km² de extensão no verão, podendo chegar aos 22 milhões de km² no inverno com o congelamento das águas superficiais do Oceano Austral (CONVEY et al., 2009). O continente apresenta o maior reservatório de água doce do planeta, retido em densas calotas de gelo. A Antártica também é o continente com as maiores altitudes médias registradas no planeta. A Antártica possui características únicas, sendo considerada o mais frio e seco dos continentes, abrigando uma biodiversidade muito bem adaptada para sobreviver em condições extremas.

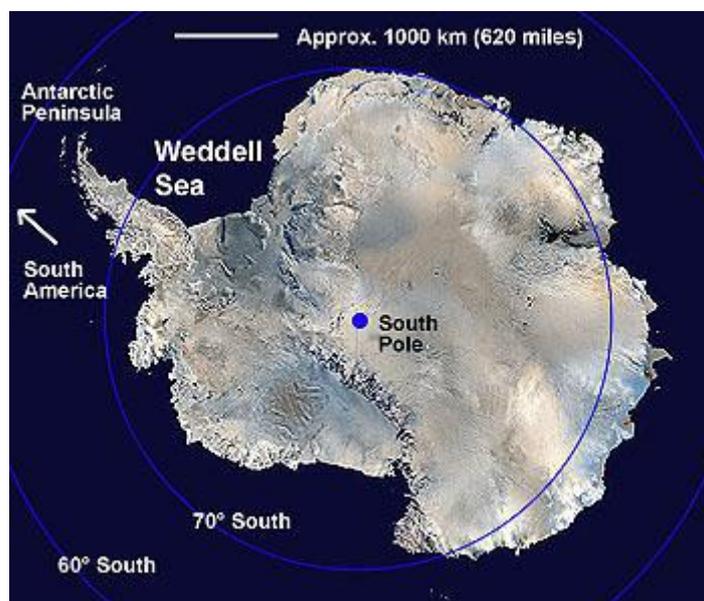


Figura 1: Continente Antártico, Península Antártica e região do Mar de Weddell em composição de imagens de satélite gerada pela NASA.

A Península Antártica (PA) é uma estreita região montanhosa, com uma largura média de 70 km e altitude média de 1.500 m, possuindo diversas Ilhas circundantes. A região fornece importantes locais de forrageio para mamíferos

marinhos, devido à sua vasta cobertura de gelo. Destaca-se a área do Arquipélago das Shetlands do Sul que se localiza a nordeste da PA, separada desta pelo Estreito de Bransfield, com águas atingindo 500 m de profundidade nas suas proximidades (KOCK e STRANSKY, 2000). A PA Ocidental é considerada uma importante área biologicamente produtiva do Oceano Austral, (PREZELIN et al. 2000, MARRARI et al. 2008; HÜCKSTÄDT et al, 2012). Porém este ecossistema está sofrendo mudanças devido ao rápido aquecimento regional que pode levar a alterações físicas e químicas das águas desses locais (VAUGHAN et al., 2003; MEREDITH e KING, 2005; MONTES-HUGO et al., 2009; COSTA et al., 2010; SCHOFIELD et al., 2010; TRIVELPIECE et al., 2011; MURPHY et al., 2012). Essas mudanças podem levar a alterações profundas no ecossistema e conseqüentemente afetar os animais que neles habitam.

Ao longo dos últimos 50 anos, as estações meteorológicas da PA têm registrado um aumento acentuado na temperatura do ar de superfície, enquanto o resto do continente tem experimentado pouco aquecimento (SCAR, 2014). O Oceano Austral exerce um importante papel na variabilidade do tempo e clima em altas latitudes por meio da transferência de calor e umidade entre o oceano superficial e a camada limite atmosférica (RAPHAEL et al., 2011). O componente da criosfera no Oceano Austral é um ativo participante na manutenção do clima global, (YUAN, 2004). Porém, nos últimos anos essa camada de gelo do continente está perdendo massa nas regiões que fazem fronteira com o Oceano Austral (HELLMER et al, 2012). Neste limiar, a circulação de águas mais quentes tende a ocasionar o derretimento da calota de gelo.

A Ilha Elefante (61°13'S, 55°23'W), é a maior ilha do grupo norte do Arquipélago das Shetlands do Sul, estando situada a 153 km a nordeste da Ilha Rei George no Estreito de Bransfield, (HARRIS et al., 2011; PIUCO, 2013). O presente estudo avaliou a distribuição espacial e demografia de pinípedes na Ilha Elefante durante os verões de 2005 a 2010 a partir da contagem de indivíduos retratados em fotos aéreas. As fotografias obtidas para censo aéreo aqui utilizadas foram tomadas a partir de helicópteros Esquilo bi-turbina HU-13 em velocidade constante de aproximadamente 50 km/h, tiradas a uma altura

entre 30 e 50 m de novembro de 2005 a fevereiro de 2010. Os helicópteros eram baseados no Navio de Apoio Oceanográfico (NApOc) Ary Rongel e NPol Maximiano da Fonseca, da Marinha do Brasil. Os dados de ocorrência das espécies foram obtidos através da contagem de indivíduos registrados nessas fotografias. Além da contagem de animais em fotografias dos censos aéreos, contagens diárias em terra foram realizadas na área de estudo dos projetos BIOSSE e MEOP-BR como parte do monitoramento de Stinker Point, considerada área de referência para esses projetos. As contagens dos dias de censo (± 2 dias) foram encaradas como "proxy" do número e composição de pinípedes na Ilha.

As coletas de dados de censo por contagem direta em terra na área de referência e por fotografias aéreas foram realizadas pelo Projeto BIOSSE - Biodiversidade e os Pinípedes nas Shetlands do Sul, CNPq Proc. 550050/2007-8 e Projeto MEOP-BR: Mamíferos Marinhos Explorando os Oceanos de Pólo a Polo, CNPq Proc. 520196/2006-6 que através de telemetria estudam a movimentação, o comportamento e habitat de mamíferos marinhos de topo de cadeia trófica nas regiões polares. Apoiados pelo PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro), os dados coletados pelos Projetos BIOSSE e MEOP-BR em campanhas de coletas de dados na Ilha Elefante foram disponibilizados para realização deste trabalho.

A região de Stinker Point possui uma área de aproximadamente 1,45 km de extensão, compreendendo as Praias Grande e de Náufragos (Figura 2). A IE possui um perímetro total de aproximadamente 164,8 km de extensão. As geleiras compreendem cerca de 19% do perímetro total da IE (cerca de 31km), estão distribuídas ao redor da ilha e são consideradas substrato não disponível para reprodução ou muda, restando um total de 133,8 km de praias disponíveis para a permanência dos animais.

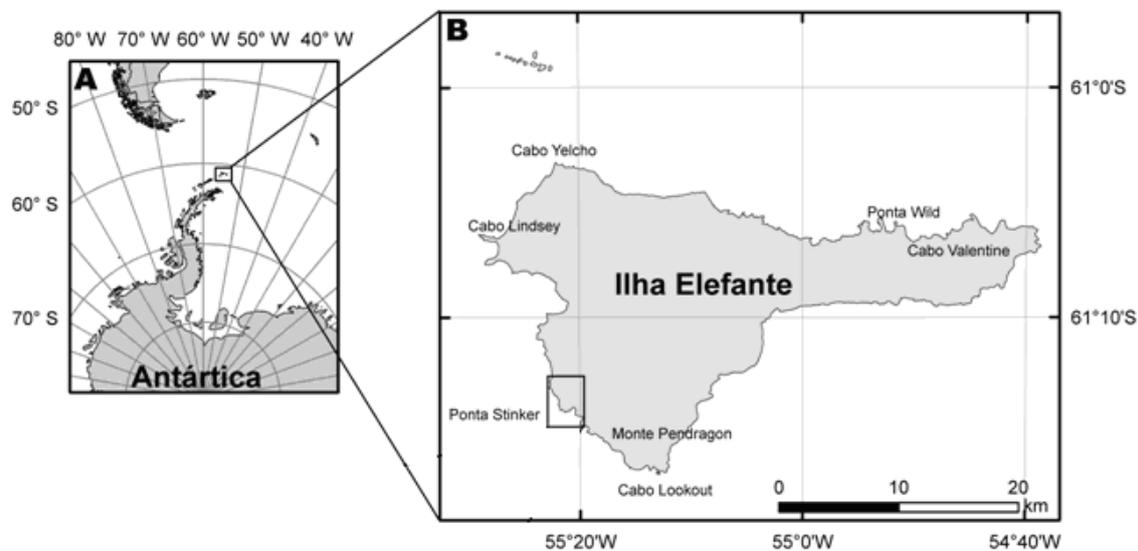


Figura 2: Localização e mapa da Ilha Elefante, mostrando a localidade de Stinker Point, ($61^{\circ} 13'S$; $55^{\circ} 23'W$) área de estudo usada como controle para contagem de indivíduos obtida em censos aéreos (validação). Fonte: Tiago Gandra.

Os indivíduos foram identificados e agrupados segundo as espécies descritas para a região. Os estudos de censo por contagem direta em terra na área de referência ST e por fotografias aéreas no entorno da IE foram realizados sempre durante o verão austral, entre novembro e março. Essa é a janela de oportunidade logística oferecida pelo PROANTAR e quando é seguro para o NApOc Ary Rongel se aproximar da IE. Os dados foram agrupados por temporadas que compreendem o final de um ano e o início de outro no seguinte formato: 2005/2006, 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010. Dados analisados anteriormente por Ciotti (2007) referentes aos anos 1998/1999, 2001/2002, 2004/2005 serviram de referência a esse trabalho para consequentes comparações.

Na temporada de 2005/2006 foi incorporado ao esforço de campo o uso de equipamento GPS (Global Position System) junto à aquisição das fotografias aéreas no perímetro da IE. Os sobrevoos completos e/ou parciais sobre o perímetro da IE nos oferecem a possibilidade de analisar dados de demografia dos pinípedes em toda ilha. A partir das fotografias aéreas nos foi permitido estimar a distribuição de indivíduos em áreas ao longo do perímetro da IE. Ao mesmo tempo, foi possível registrar novas áreas de maior concentração de

indivíduos além da conhecida área de ST. Também pode-se analisar a composição de grupos e, por consequência, padrões de distribuição e ocorrência não registrados anteriormente.

2.2. Dados e métodos de análise

2.2.1. Abundância de pinípedes na Ilha Elefante

Os métodos para estimar densidades populacionais são agrupados em dois conjuntos, são eles os métodos absolutos e os relativos. Segundo Krebs (2013) a densidade absoluta deve ser obtida para qualquer estudo detalhado de população onde se tenta relacionar a densidade populacional com a taxa de reprodução, ou qualquer outra estatística vital. Para tal objetivo é utilizado o método absoluto, o qual consiste no número de indivíduos presentes em uma unidade de área ou volume. Este procedimento é obtido através de amostragens que incluem os censos totais da população por contagem direta, por isso é mais utilizado para avaliar pequenas populações.

Os censos aéreos descritos aqui foram realizados no início e/ou final de temporada em 2005, 2007, 2008, 2009 e 2010. Em ambos os casos (terrestre e aéreos) animais foram contados, identificados e agrupados segundo as diferentes espécies descritas para a região. Ao total, 4.065 fotografias foram registradas durante os censos aéreos. Os indivíduos contabilizados foram classificados visualmente nas cinco diferentes espécies registradas na IE e, quando possível, em diferentes categorias de acordo com a idade e o sexo. A contagem, identificação e caracterização de indivíduos de EMS, LMA, FW, FC e FL é feita a partir da análise visual de cada uma das 4.065 fotografias. Visando otimizar este processo, foi realizada uma revisão bibliográfica de técnicas para a classificação automática destes alvos nas imagens para que fosse possível automatizar a classificação dos animais e acelerar o processo de contagem. Após testes iniciais utilizando um algoritmo de classificação espectral em Sistema de Informações Geográficas (SIG), a tarefa não foi

possível devido à grande similaridade de coloração entre pelo dos animais e o substrato da ilha.

2.2.2. Padrão de ocupação temporal e espacial da Ilha Elefante

Diferenças entre a abundância total, a abundância dos indivíduos numericamente dominantes e as diferentes espécies presentes nos setores foram avaliadas para o período estudado, por setor da IE (avaliação espacial), em função do substrato predominante e em cada censo. Nesse estudo a caracterização do padrão de distribuição das espécies na IE foi obtida a partir da divisão da área total em sete setores definidos a partir de marcos geográficos conhecidos para facilitar a amostragem e o registro fotográfico. Além destes limites definidos, também foi registrada a presença de grandes geleiras ou rochas proeminentes, bem como a caracterização do substrato em cada setor.

Os sete setores são denominados como Stinker (área de referência com contagem de indivíduos em terra - ST), Lookout (LOK), Muckle Bluff (MB), Valentin (VAL), Piloto Pardo (PP), Yelcho (YE) e Lindsay (LI) (Figura 3). A Tabela 1 identifica cada setor, substrato predominante, extensão total, presença de geleiras; e, percentagem da Ilha Elefante representada por setor. Os setores de VAL e PP apresentam praias com substrato rochoso, enquanto nos demais setores predominam praias arenosas. Os setores de LOK, MB e YE apresentam grande incidência de geleiras e, conseqüentemente, menor área para ocorrência de indivíduos.

Tabela 1: Setores da Ilha Elefante e suas características.

Setor	Substrato	Extensão Total (km)	Presença/Ausência de geleiras	Percentual do perímetro do setor em relação ao perímetro da ilha (%)
ST	Areia	16,3	Não	9,89
LOK	Areia	24,94	Sim	15,13
MB	Areia	30,53	Sim	18,52
VAL	Rocha	19,91	Sim	12,1
PP	Rocha	36,53	Sim	22,16
YE	Areia	17,7	Sim	10,74
LI	Areia	18,9	Sim	11,46
Total Areia		108,37		65,74
Total Rocha		56,44		34,26

Devido a condições adversas de tempo comuns na Antártica, como tempestades de vento e nevascas, nem todos os setores puderam ser amostrados em todos os anos de coleta de censo aéreo. Fatores logísticos limitaram a utilização das aeronaves a partir do NApOc Ary Rongel também a influenciaram a amostragem. A análise da ocupação em função do substrato foi realizada a partir da relação entre ocupação das espécies nos habitats e seu substrato, utilizando a correlação de Pearson do teste Chi-quadrado. Este teste foi realizado com o auxílio do programa estatístico R.

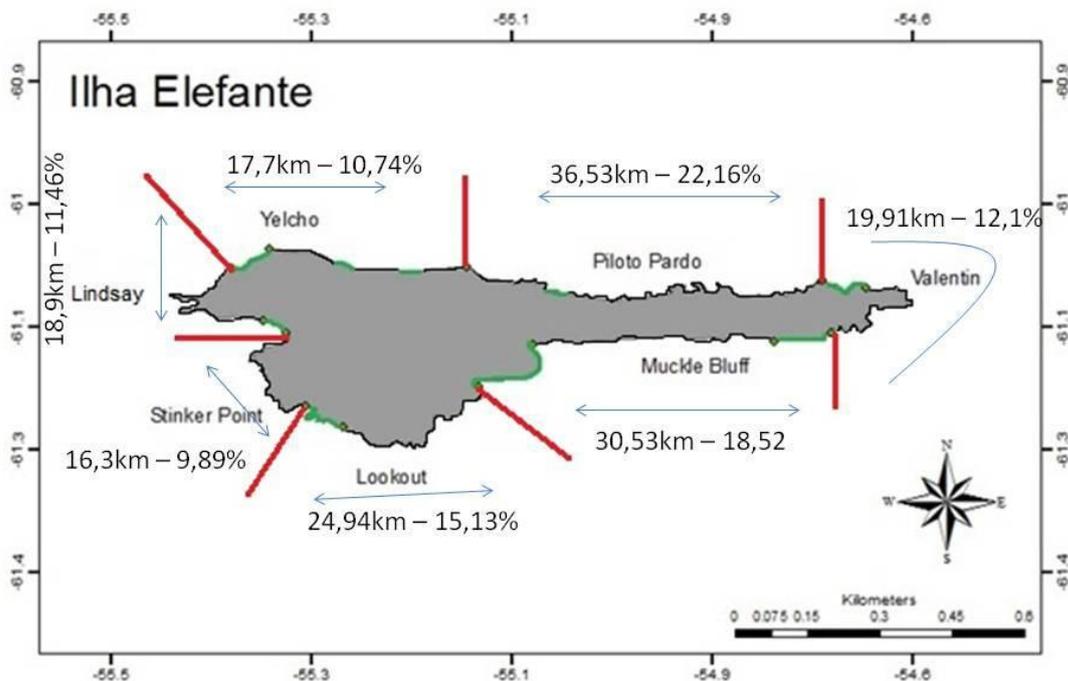


Figura 3: Separação da Ilha Elefante em setores; locais entre as linhas vermelhas representam os setores onde foram encontrados animais, já as linhas verdes sobre a ilha representam principais áreas de geleira, glaciares ou escarpas rochosas onde não há ocorrência de pinípedes. As indicações de distância em km representam o percentual do perímetro desse setor em relação ao perímetro total da Ilha Elefante.

2.2.3. Análise de coordenadas principais

A análise de coordenadas principais (PCoA) é uma alternativa à análise de componentes principais (PCA), pois enquanto a PCA preserva apenas a distância Euclideana, a PCoA preserva qualquer distância (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012), e permite a análise de dados não relacionados linearmente (GOTELLI e ELLISON, 2011). Na PCoA, os autovalores são extraídos de uma matriz de similaridade ou de distâncias (MANLY, 1994; JONGMAN et al., 1995; PRADO et al., 2002), e é uma ordenação de grande interesse para os pesquisadores devido à natureza não linear das variáveis ecológicas, como abundância de espécies (BARBIERI e PAES, 2008).

A fim de verificar as hipóteses de relação entre a distribuição dos animais e as características do substrato utilizados, além de descrever as tendências de

variação dos dados faunísticos e testar a significância estatística desta variabilidade, foram realizados testes multivariados de PCoA a partir dos dados de contagem (abundância) transformados em Logaritmo+1 com construção de matrizes de similaridade através do Índice de Bray-Curtis (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012). Este índice apresenta coeficiente com propriedades semi-métricas, e foi utilizado devido a ser reconhecido como o mais apropriado para medidas de distância quando se utiliza como base de dados a abundância de espécies, (FAITH et al., 1987; BARBIERI e PAES, 2008; LEGENDRE e LEGENDRE, 2012).

2.2.4. Novas áreas de reprodução

Devido às características do ciclo de vida tanto de EMS quanto LMA, a presença de filhotes até janeiro e fevereiro, respectivamente, foi considerada indicativa de atividade reprodutiva pela pouca mobilidade dos filhotes neste período. Assim sendo, novas áreas de reprodução foram identificadas nesse estudo a partir das fotografias do censo aéreo. Foram identificados filhotes, fêmeas com filhotes, machos adultos formando haréns e/ou simplesmente a presença de agrupamentos com filhotes. Estas locais foram assinaladas nos respectivos setores.

2.3. Espécies encontradas na Ilha Elefante

Ciotti (2007) descreve entre as espécies de pinípedes encontradas na Ilha Elefante, os lobos-marinhos-antáticos (*Arctocephalus gazella* - LMA), as focas-de-Weddell (*Leptonychotes weddelli* - FW), as focas-caranguejeira (*Lobodon carcinophaga* - FC), as focas-leopardo (*Hydrurga leptonyx* - FL) e os elefantes-marinhos do sul (*Mirounga leonina* - EMS). Visando uma automatização da contagem e caracterização dos animais nas fotografias aéreas, foram realizados 3 testes de classificação não supervisionada das imagens no software ENVI 4.5®. O objetivo destes testes foi de verificar a eficácia do

software em identificar e quantificar os animais existentes espalhados ao longo de uma fotografia aérea digital. Porém, devido à alta resolução das fotografias (a resolução espacial nominal do pixel foi de 3 a 5 cm, variando em função da altura de voo do helicóptero), nenhuma das rotinas oferecidas pelo no software foi capaz de classificar os animais de forma eficaz, criando grupos classificadores sem um padrão ou classe definida.

A alta resolução espacial das fotografias digitais aumenta muito a dificuldade no processo de classificação automática das imagens, uma vez que a resolução muito alta classifica um número muito grande de tons de cinza para o mesmo alvo. Como o processo de classificação automática é realizado pela união de pixels com respostas espectrais semelhantes, o software não conseguiu distinguir os animais como um único alvo, e sua resposta acabou sendo misturada com outras semelhantes no ambiente. Isso fez com que a opção pela classificação visual fosse adotada mesmo que demandasse mais esforço e tempo do observador. Além disso, é pertinente destacar que o observador deve ser treinado para reconhecer os diferentes padrões de coloração das 5 espécies registradas para a Ilha Elefante.

Os EMS apresentam acentuado dimorfismo sexual, com o macho pesando de 8 a 10 vezes mais que a fêmea. O macho pode alcançar cerca de cinco metros de comprimento e pesar de três a cinco toneladas. A fêmea tem de dois a três metros de comprimento e pesa em torno de 400 a 900 kg (FOLKENS *et al.*, 2002). A espécie possui como principais características a coloração variando de cinza escuro a marrom. Os filhotes são cobertos por uma lanugem de cor enegrecida, possuindo vibrissas sensoriais na região do focinho e acima dos olhos.

Os LMA são pinípedes pertencentes à família dos Otárideos que apresentam características distintivas e de fácil reconhecimento das demais espécies presentes na Ilha Elefante. Possuem pavilhão auditivo externo e andar quadrúpede, além de menor tamanho. São animais de pescoço alongado, longas nadadeiras dianteiras e abundante quantidade de vibrissas sensoriais. O corpo é coberto por densa pelagem dupla, dorsalmente mais escura em um tom marrom-acinzentado e ventralmente apresenta um tom mais pálido. A

média de comprimento dos filhotes ao nascer é de 67,4 cm e pesam 5,9 kg em média. O dimorfismo sexual é pronunciado em adultos, com os machos sendo de 1,5 vezes até 4 vezes mais pesados do que as fêmeas. A média do comprimento padrão é de 1,83 m e o peso médio é de 133 kg para os machos. Já nas fêmeas, as médias são de 1,29 m e 34 kg (JEFFERSON, 2011). Os machos possuem um escroto bem desenvolvido e os testículos são externos, embora possam ser escondidos, tornando-o especialmente difíceis para distinção dos sexos.

As fêmeas de FW são maiores que os machos, podendo chegar de 2,6 a 3,3 m de comprimento com pesos variando de 400 a 500 kg. Os machos são ligeiramente menores, podendo alcançar de 2,5 a 2,9 m. Os filhotes, ao nascer, pesam de 22 a 29 kg e tem cerca de 1,5 m de comprimento (JEFFERSON, 2011). As FC possuem corpo hidrodinâmico, coloração marrom no dorso e cor amarelada no ventre, tendendo a prateada após a muda. Os adultos podem atingir cerca de 2,6 m de comprimento e pesar de 200 a 300 kg, com a fêmeas ligeiramente mais pesadas. Os recém-nascidos medem pelo menos 1,1 m e pesam entre 20 a 40 kg (JEFFERSON, 2011). Nas FL a cabeça é desproporcionalmente grande e separada do corpo por constrição acentuada no pescoço (ROGERS, 2009), devido a esse fato possuem uma aparência característica "reptiliana" devido ao formato de sua cabeça. A espécie apresenta coloração cinza escuro dorsalmente e um tom mais claro de cinza ventralmente, com manchas cinzentas claras e escuras na garganta e nas laterais. Os machos adultos medem de 2,8 a 3,3 m de comprimento e pesam até 300 kg. As fêmeas adultas alcançam de 2,9 a 3,6 m e podem pesar de 260 a mais de 500 kg. Os filhotes medem cerca de 1.6 m de comprimento e pesam de 30 kg a 35 kg no nascimento (JEFFERSON, 2011).

3. Resultados

3.1. Setores

A tabela 2 mostra quais setores puderam ser amostrados em cada incursão de censo aéreo. O setor de Stinker corresponde a 9,89% da área total da ilha com aproximadamente 16,3 km de praias, e além da contagem diária por terra. Durante os censos não houve grande concentração de gelo em suas praias, somente os censos de 01/11/2007 apresentou uma concentração um pouco maior. Esse setor possibilita comparações entre as contagens em terra e por fotografias aéreas devido a possibilidade de abrigo no Refúgio Goeldi. As concentrações de EMS mostram-se relativamente constantes nos seus períodos de ciclo de vida, assim como as de FW, FL e FC. Devido à época do ciclo de vida das espécies, nota-se um aumento na abundância de LMA nos censos de janeiro e fevereiro. O setor de Lookout corresponde a 11,18% da área da ilha, com aproximadamente 18,5 km de extensão. O setor apresenta substrato arenoso com grande presença de EMS, com os dados apresentados em ordem de época de ciclo de vida dos animais, nota-se que houve um aumento na abundância de LMA nos censos de janeiro e fevereiro enquanto os EMS permanecem em grande abundância.

O setor de Muckle Bluff é extenso com aproximadamente 30,53 km, representando 18,52% da ilha, e apresenta em sua maioria substrato arenoso. Inicia-se logo após uma grande geleira, Glaciar de Endurance, com cerca de 9,4 km, representa 30,8% desta área tornando a área disponível para ocorrência de pinpedes 21,1 km da área total deste setor (Ver Figuras A.10 e A.11 do Anexo I). Não foi registrada a presença de muito gelo temporário em suas praias durante o registro dos censos. Como nos outros setores, em MB também houve aumento de LMA nos censos de janeiro e fevereiro, enquanto as concentrações de EMS se mantêm relativamente constantes em seus períodos de ciclo de vida. Setor rochoso com bastante declividade, o setor de Valentin pode ser amostrado em 6 censos aéreos. Corresponde a 9,43% do total da ilha com aproximadamente 15,16 km. Por suas características é de difícil permanência de indivíduos com pouca capacidade de deslocamento em

terra, como os elefantes-marinhos do sul e outros focídeos. Isso pode ter influenciado o grande número de LMA presentes nessa região, principalmente no censo de 19/02/2010 com 5.192 indivíduos (Tabela 3).

O setor de Piloto Pardo também apresenta substrato rochoso. Possui a maior extensão entre os setores com 36,56 km, representando 22,16%. Houve aumento na abundância de LMA nos censos de janeiro e fevereiro, enquanto que no censo de 25/11/2005 os EMS apresentaram superioridade em relação às outras espécies. Isso ilustra o comportamento da espécie na área, início de novembro com poucos indivíduos, considerável aumento ao final de novembro e queda brusca de abundância em meados em fevereiro quando os organismos já apresentam comportamento dispersivo.

Setor predominantemente arenoso, o setor de Yelcho possui aproximadamente 17,7 km, representando 10,74% da ilha. Apesar de amostrado no censo de 25/11/2005 não houve registro de nenhum indivíduo na área. Grande abundância de EMS em 28/11/2009 com diminuição considerável no mês de janeiro, os LMA tem aumento no censo de 10/01/2008. O setor de Lindsay apresenta substrato arenoso na parte noroeste da ilha, com aproximadamente 16,6 km e representando 10,04% da ilha. A abundância de EMS é crescente até o final dos censos de novembro, apresentando um declínio no censo de 18/01/2008. Há aumento no número de indivíduos de LMA nos censos de janeiro e fevereiro.

Tabela 2: censos em que os setores foram amostrados

Setor	Censos amostrados	Censos amostrados (%)	Substrato
Stinker	25/11/2005; 01/11/2007; 18/01/2009; 28/11/2009; 19/02/2010	62,5	Arenoso
Lookout	25/11/2005; 01/11/2007; 10/01/2008; 03/11/2008; 18/01/2009; 28/11/2009; 19/02/2010	87,5	Arenoso
Muckle Bluff	25/11/2005; 10/01/2008; 03/11/2008; 18/01/2009; 19/02/2010	62,5	Arenoso
Valentin	25/11/2005; 20/11/2007; 10/01/2008; 03/11/2008; 18/01/2009; 19/02/2010	75	Rochoso
Piloto Pardo	25/11/2005; 20/11/2007; 10/01/2008; 03/11/2008; 19/02/2010	62,5	Rochoso
Yelcho	25/11/2005; 01/11/2007; 20/11/2007; 10/01/2008; 03/11/2008	75	Arenoso
Lindsay	25/11/2005; 01/11/2007; 20/11/2007; 10/01/2008; 18/01/2009; 28/11/2009; 19/02/2010	87,5	Arenoso

3.2. Variação temporal

A partir das fotografias aéreas pudemos estimar a distribuição de indivíduos por toda a IE e identificar áreas preferenciais e áreas de exclusão de acordo com o substrato. A região costeira da IE foi dividida em setores segundo feições geográficas conhecidas. Juntando todos os censos aéreos, foram registrados quase 28 mil indivíduos distribuídos ao redor da ilha, exceto onde foi registrada a presença de geleiras/glaciares. Desse total, as espécies observadas com maior frequência foram os EMS e LMA.

Ainda que os demais focídeos (FW, FC e FL) registrados para a ilha apresentem baixa representatividade na sua ocupação, sua presença é constante em todos os censos. Particularmente no censo do dia 3 de novembro

de 2008, FW, FL e FC obtiveram taxas superiores a 10% do conjunto das espécies para o censo correspondente, como visto na Tabela 2 e na figura 5. Os censos registrados nos meses de novembro tenderam a ter mais indivíduos de EMS, enquanto os censos registrados em janeiro e fevereiro mostraram uma maior ocupação por parte de LMA. Os dados são apresentados conforme as datas referentes ao ciclo de vida dos animais, não obedecendo a uma ordem cronológica de tempo.

Tabela 3: Abundância de indivíduos presentes na Ilha Elefante durante os censos aéreos no respectivo censo. Incluindo fase do ciclo de vida dos EMS e LMA.

Censo aéreo/ Fase do ciclo	LMA	EMS	FW	FC	FL	Total	Perímetro da IE amostrada (%)
25/11/2005 Reprodução EMS/ Pré-reprodutiva LMA	33	1696	2	2	0	1733	100
01/11/2007 Reprodução EMS/ Pré-reprodutiva LMA	11	645	1	4	1	662	47,22
20/11/2007 Reprodução EMS/ Pré-reprodutiva LMA	40	22	0	0	1	63	56,46
10/01/2008 Muda EMS/Reprodução LMA	691	1803	8	9	22	2533	90,11
03/11/2008 Reprodução EMS/ Pré-reprodutiva LMA	118	362	38	18	12	548	78,65
18/01/2009 Muda EMS/Reprodução LMA	1360	1702	9	19	6	3096	67,1
28/11/2009 Reprodução EMS/ Pré-reprodutiva LMA	18	1274	5	5	2	1304	47,22
19/02/2010 Dispersão EMS/Reprodução LMA	15934	1685	27	3	4	17653	89,26
Total	18.205	9.189	90	60	48	27.592	—
Mínimo	11	22	0	0	0	63	
Máximo	15934	1803	27	19	22	17653	

3.2.1. Variação temporal do elefante-marinho do sul

A espécie *Mirounga leonina* apresentou elevados valores de abundância em todos os censos registrados na IE. Essa abundância foi somente superada em 2 censo pelos LMA. Setores como ST e MB mantiveram suas abundâncias de EMS relativamente estáveis. Houve quedas bruscas de abundância em LOK no censo de 03/11/2008 e em VAL e, 20/11/2007 e 18/01/2009 (Tabela 3). No censo de 20/11/2007 houve, como esperado, um baixo número de indivíduos de todas as espécies, já que a ilha estava muito coberta de gelo. As maiores abundâncias registradas concentraram-se nos censos realizados no mês de novembro, com alguns picos registrados em censos de janeiro. Isso pode ser devido à volta desses animais para a praia para a muda da pelagem em outra fase do seu ciclo de vida.

Em seu trabalho, Ciotti, 2007, contabilizou o número máximo de indivíduos para a área de estudo de ST em censos terrestres em novembro de 2005, através do número máximo de filhotes, 147 indivíduos. Utilizando a extrapolação de Laws (1994) de 3,5 animais a cada filhote contabilizado, obtemos o total de 514,5 animais da espécie EMS nas praias Grande e de Naufragos, região que compreende cerca de 1,45 km. Com o registro do censo aéreo o número de animais contabilizados foi de 946 para toda a região do setor de ST, cerca de 16 km. Devido a essa diferença de extensão, e considerando as praias Grande e de Naufragos apresentam maior concentração de indivíduos, o censo aéreo está em concordância com a contagem realizada em terra. Outro indício dessa concordância é a média de indivíduos no setor de ST durante a fase reprodutiva no mês de novembro. A média de EMS no setor foi de $524,7 \pm 394,5$ indivíduos.

Os setores que apresentaram menor média de indivíduos na fase reprodutiva foram VAL ($35,7 \pm 31,1$) e YE ($26,4 \pm 56,26$). Pode-se inferir que esses valores foram relacionados com as características do ambiente. O setor de VAL, substrato rochoso, apresentou para abundância para a espécie em todos os censos aéreos realizados, enquanto YE apresenta muitas geleiras ao longo de sua extensão, propiciando pouco espaço para permanência dos indivíduos (Tabela 4). Na fase de muda desses indivíduos os setores que apresentaram menor abundância foram VAL, PP e YE enquanto ST e LOK apresentaram as maiores médias para a espécie

(Tabela 4). Na fase de dispersão, novamente setores de VAL e PP destacaram-se por apresentar menor abundância de EMS, o setor de YE não pode ser registrado nesse censo aéreo, o setor que apresentou maior abundância ainda foi o de ST (Tabela 4; Figura 4).

Tabela 4: Abundância de EMS por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente. Totais, médias e desvios padrão correspondentes para cada fase do ciclo de vida dos EMS. As diversas fases do ciclo de vida (pré-reprodução, reprodução, muda e dispersão), quando existentes, estão denotadas pelas cores laranja, amarelo cian e cinza, respectivamente.

	ST	LOK	MB	VAL	PP	YE	LI	Total
01/11/2007	164	442	NA	NA	NA	1	38	645
03/11/2008	NA	180	126	50	2	4	NA	362
20/11/2007	NA	NA	NA	0	15	0	7	22
25/11/2005	946	486	36	57	95	0	76	1696
28/11/2009	464	481	NA	NA	NA	127	202	1274
Total	1.574	1.589	162	107	112	132	323	3999
Média	524,7	397,25	81	35,7	37,3	26,4	80,75	1333
Desvio Padrão	394,5	146,1	63,6	31,1	50,36	56,26	85,6	608,1
10/01/2008	NA	665	367	116	21	28	616	1813
18/01/2009	789	651	233	2	NA	NA	27	1702
Total	–	1316	600	118	21	28	643	3515
Média		658	300	59	--	--	321,5	1757,5
Desvio Padrão		9,9	94,75	80,6	--	--	416,5	55,5
19/02/2010	552	387	319	30	3	NA	394	1685

Os mapas apresentados na figura 4 correspondem à abundância dos animais presentes na IE em cada setor em seu censo respectivo. As maiores abundâncias registradas concentram-se em censos realizados no mês de Novembro, com alguns picos registrados em censos de janeiro algo que pode ser devido à volta desses animais para a praia para a muda da pelagem.

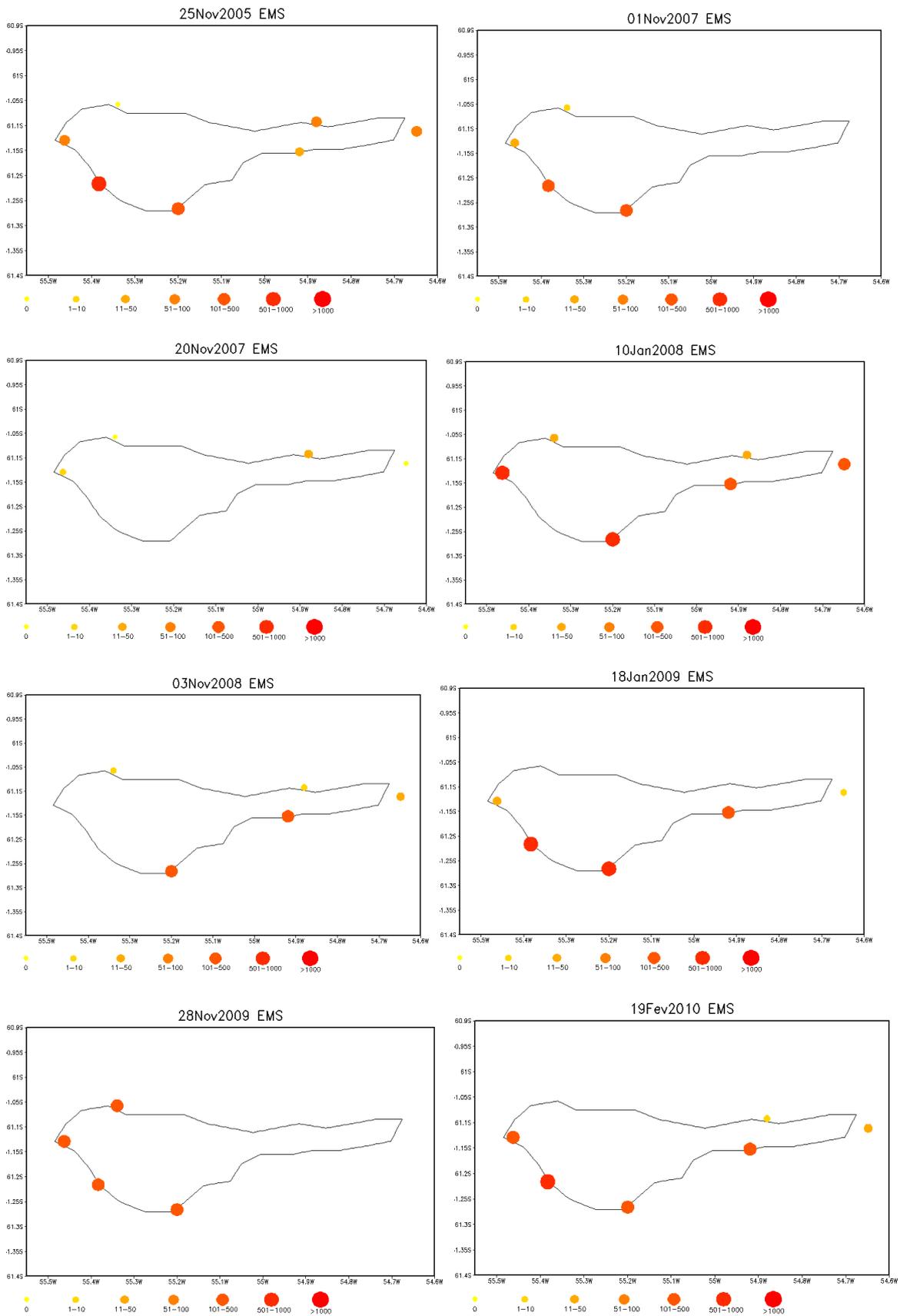


Figura 4: Mapas da IE com escala de abundância de EMS registrados nos diferentes censos. A escala apresenta desde nenhum indivíduo ($n=0$) até abundância superior a 1000 indivíduos (vermelho).

3.2.2. Variação temporal do lobo-marinho Antártico

Os LMA apresentaram padrão definido de ocupação da IE. Nos censos realizados nos meses de novembro sua abundância é marcadamente menor do que a registrada nos meses de janeiro e fevereiro. Sua participação é constante em todos os censos, e com registro de filhotes, corroborando a utilização da IE pela espécie para a sua reprodução. Os setores que apresentaram maior utilização por parte dos indivíduos de LMA foram VAL, PP e LI (Tabela 3). O censo registrado no dia 19/02/2010 foi o que apresentou maior abundância dessa espécie, alcançando 15.934 indivíduos.

Durante a fase pré-reprodutiva (novembro) os setores que se destacaram com menor abundância dentre todos os outros setores da IE, foram MB e LI, com médias não ultrapassando 7 indivíduos. Os setores com maiores abundâncias registradas são VAL e PP dois setores que apresentam substrato rochoso (Tabela 4; Figura 7a). A fase reprodutiva já apresentam os setores de MB ($1352,6 \pm 1750,9$) e o setor de VAL ($1888 \pm 2866,2$) como os aqueles que possuem maior abundância de LMA na IE. No censo de 19/02/2010 o setor de VAL abrigou 5192 indivíduos um número bastante elevado considerando a área que abrigou apenas 69 indivíduos no censo de 18/01/2009. As menores abundâncias ficaram restritas aos setores de ST ($722 \pm 831,5$) e PP ($397 \pm 466,7$), (Tabela 5; Figura 5).

Tabela 5: Abundância de LMA por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente. As diversas fases do ciclo de vida (pré-reprodução, reprodução, muda e dispersão), quando existentes, estão denotadas pelas cores laranja, amarelo cian e cinza, respectivamente.

	ST	LOK	MB	VAL	PP	YE	LI	Total
01/11/2007	1	0	NA	NA	NA	8	2	11
03/11/2008	NA	5	8	54	27	24	NA	118
20/11/2007	NA	NA	NA	0	35	0	5	40
25/11/2005	4	19	0	3	0	0	7	33
28/11/2009	14	1	NA	NA	NA	3	0	18
Total	19	25	8	57	62	35	14	220
Média	6,3	6,25	4	19	20,7	7	3,5	31,4
Desvio Padrão	6,8	8,8	5,6	30,3	18,3	10,04	3,1	19,4
10/01/2008	NA	3	6	403	67	158	54	691
18/01/2009	134	85	720	69	NA	NA	352	1360
19/02/2010	1310	2649	3332	5192	727	NA	2724	15934
Total	1444	2737	4058	5664	794	158	3130	17985
Média	722	912,3	1352,6	1888	397	--	1043,3	5995
Desvio Padrão	831,5	1504,5	1750,9	2866,2	466,7	--	1463,1	7033,2

A figura 5 representa a abundância dos LMA em relação ao setor em cada censo realizado na IE. A sua participação é constante em todos os censos, e com registro de filhotes, corroborando a utilização da IE pela espécie para a sua reprodução. Os setores que apresentaram maior utilização por parte dos indivíduos de LMA foram VAL, PP e LI.

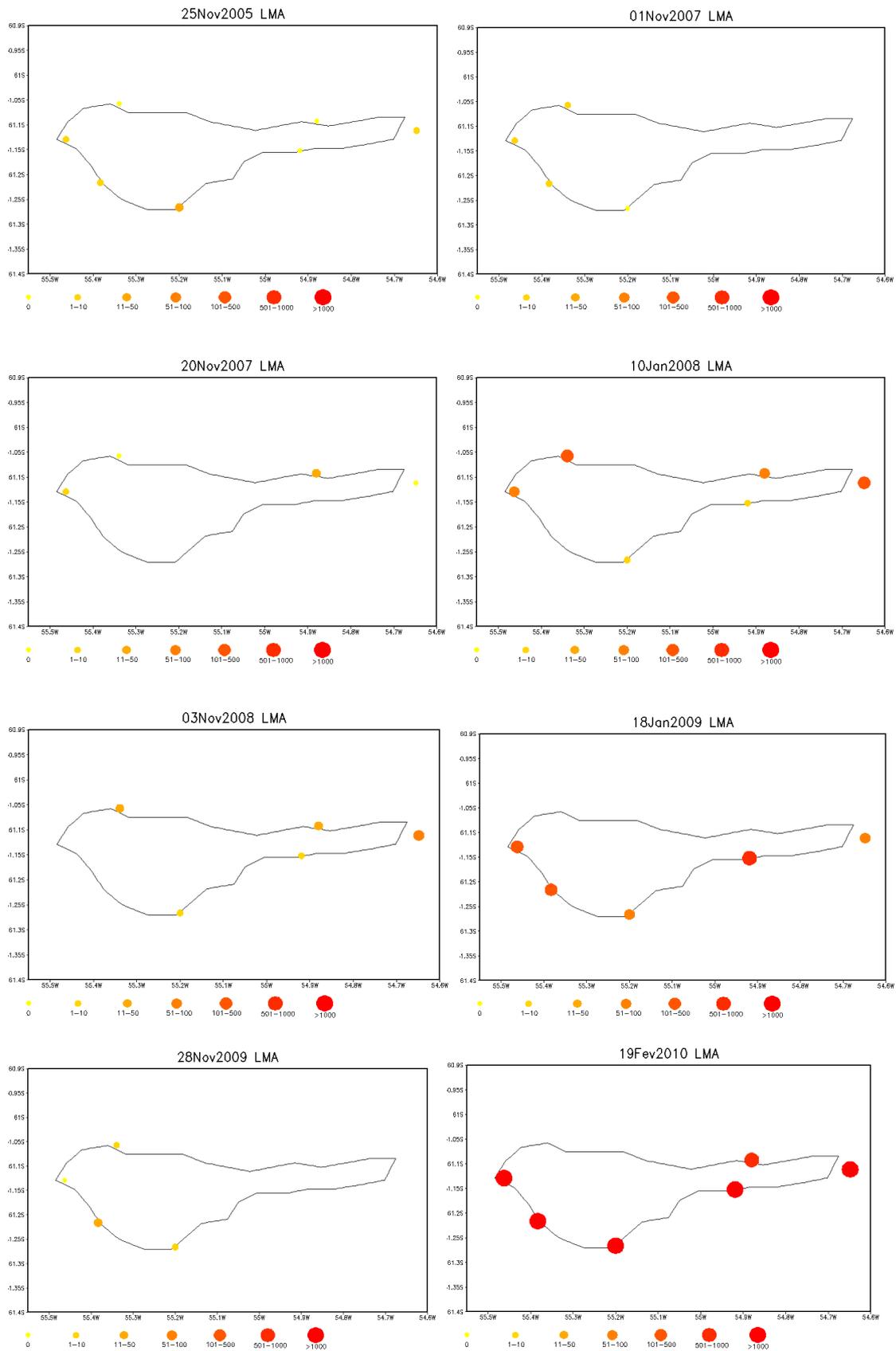


Figura 5: Mapas de abundância referentes aos indivíduos de LMA nos setores abrangidos em cada censo. Escala de 0 (amarelo) a superior a 1000 (vermelho).

3.2.3. Variação temporal de outros pinípedes

Dentre as espécies que utilizam a Ilha Elefante de alguma forma, as FL, FW e FC são aquelas que a utilizam somente para descanso ou forrageio. A espécie de FW (Figura 6) não apresentou registro somente no censo do dia 20/11/2007. Esse foi um ano com bastante neve na Ilha que pode ter dificultado a aproximação da espécie nas praias. O censo com maior número de indivíduos da espécie foi o de 03/11/2008 que registrou 38 indivíduos, 17 deles somente no setor de Valentin (Tabela 6).

Tabela 6: Abundância de FW por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente.

	ST	LOK	MB	VAL	PP	YE	LI	Total
01/11/2007	0	0	NA	NA	NA	0	1	1
03/11/2008	NA	0	3	17	6	12	NA	38
20/11/2007	NA	NA	NA	0	0	0	0	0
25/11/2005	0	0	0	1	0	0	4	5
28/11/2009	2	2	NA	NA	NA	1	0	5
10/01/2008	NA	0	3	1	0	0	4	8
18/01/2009	4	1	3	0	NA	NA	1	9
19/02/2010	1	0	0	17	0	NA	9	27
Total	7	3	9	36	6	13	19	93
Média	1,4	0,4	1,8	6	1,2	2,2	2,7	11,6
Desvio Padrão	1,7	0,8	1,6	8,5	2,7	4,8	3,2	12,7



Figura 6: FW descansando sobre o gelo durante censo realizado no dia 03/11/2008. Quase na totalidade das vezes em que foram registradas estava isolada de outros indivíduos de sua espécie.

A espécie (Figura 7) FC apresentou abundância menor nos censos do que a espécie FW, somente nos censos de 03/11/2008 e 18/01/2009 a espécie apresentou um número mais elevado de indivíduos (Tabela 7). Os registros para espécie foram na sua maioria de indivíduos solitários descansando sobre substratos arenosos.

Tabela 7: Abundância de FC por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente.

	ST	LOK	MB	VAL	PP	YE	LI	Total
01/11/2007	3	0	NA	NA	NA	0	1	4
03/11/2008	NA	1	1	13	2	1	NA	18
20/11/2007	NA	NA	NA	0	0	0	0	0
25/11/2005	1	0	0	0	0	0	1	2
28/11/2009	3	2	NA	NA	NA	0	0	5
10/01/2008	NA	0	2	1	1	2	3	9
18/01/2009	3	7	8	0	NA	NA	1	19
19/02/2010	0	0	1	0	0	NA	2	3
Total	10	10	12	14	3	3	8	60
Média	2	1,4	2,4	2,3	0,6	0,5	1,1	7,5
Desvio Padrão	1,4	2,6	3,2	5,2	0,9	0,8	1,1	6,8



Figura 7: FC descansando sobre areia 03/11/2008. A espécie manteve-se presente em todos os censos realizados na IE, porém sempre encontrada isolada de coespecíficos, corroborando o uso da ilha para descanso.

A espécie FL (Figura 8) não foi registrada na ilha somente no censo de 25/11/2005. Obteve abundância máxima no censo de 10/01/2008 com um total de 22 indivíduos (Tabela 8). Os setores de MB e VAL foram aqueles que a espécie foi observada em maior número. Na maioria dos registros de FL os indivíduos se encontravam sozinhos e geralmente apoiados sobre blocos de gelo.

Tabela 8: Abundância de FL por setor da IE. Sigla NA significa que o setor não pode ser amostrado no censo correspondente.

	ST	LOK	MB	VAL	PP	YE	LI	Total
01/11/2007	0	1	NA	NA	NA	0	0	1
03/11/2008	NA	0	1	6	2	3	NA	12
20/11/2007	NA	NA	NA	0	0	0	1	1
25/11/2005	0	0	0	0	0	0	0	0
28/11/2009	1	0	NA	NA	NA	1	0	1
10/01/2008	NA	0	6	4	6	2	4	22
18/01/2009	0	1	5	0	NA	NA	0	6
19/02/2010	0	0	1	1	0	NA	2	4
Total	1	2	13	11	8	6	7	47
Média	0,2	0,3	2,6	1,8	1,6	1	1	5,9
Desvio Padrão	0,45	0,5	2,7	2,6	2,6	1,3	1,5	7,1



Figura 8: Registro fotográfico de FL descansando sobre bloco de gelo nas proximidades da IE no censo 03/11/2008.

3.3. Variação por substrato

A fim de verificar a existência de relação entre a similaridade encontrada a partir da análise de cluster e se há relação associativa entre alguma espécie com determinado substrato foi realizado uma correlação de Pearson através de teste Chi-quadrado. Este corroborou a existência de um padrão diferenciado de ocupação conforme o substrato presente nos setores da Ilha Elefante ($\chi^2 = 3288.836$, Graus de liberdade = 4, $p = 2.2 \times 10^{-16}$). Há uma relação positiva entre os EMS e o substrato arenoso e também uma relação positiva entre LMA com o substrato rochoso. As demais espécies não apresentaram padrão aparente devido à baixa abundância encontrada para elas. Apesar disso a FL, na maioria das ocasiões em que foi avistada, estava presente sobre o gelo.

3.3.1. Padrões de ocupação de Ilha Elefante por pinípedes

A distribuição da comunidade de espécies presentes na Ilha Elefante apresenta um padrão diferenciado e bem definido. As espécies mais abundantes são os EMS e os LMA em todos os censos aéreos estudados neste trabalho. FL, FC e FW foram avistadas regularmente durante os censos aéreos, porém sempre em número reduzido e com indivíduos solitários.

A figura 9 apresenta os resultados da Análise de Coordenadas Principais (PCoA). As comunidades se ordenaram nos eixos de coordenadas principais conforme similaridades presentes entre elas. A partir do Eixo de Coordenadas Principais 1, que explicou 47,4% da ordenação dos dados, podemos observar a ordenação do grupo pelo substrato presente no setor. Os agrupamentos resultantes indicam 2 grupos independentes e relacionados ao substrato que as espécies habitam: arenosos e rochosos.

O Eixo de Coordenadas Principais 2 ordenou os censos de acordo com a época do ano em que os mesmos foram realizados, e explicou 27,9% da ordenação dos dados. Os censos de início de verão austral (novembro, época reprodutiva dos EMS) tendem a ser mais similares entre si e estão separados dos censos realizados no

final do verão austral (janeiro e fevereiro, época de muda da pelagem de EMS e posterior dispersão; e final de ciclo reprodutivo de LMA).

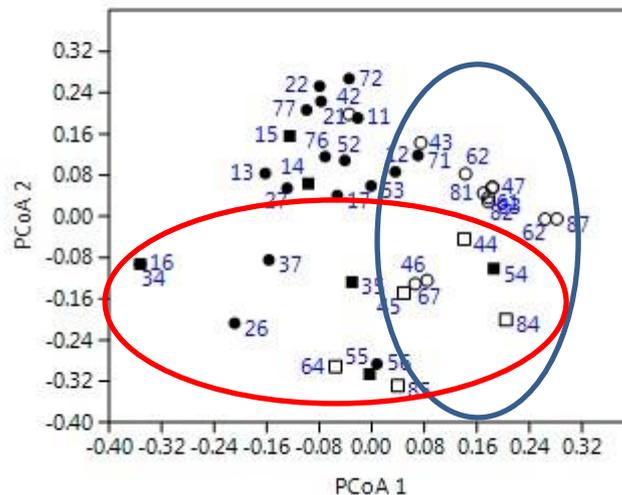


Figura 9: Ordenação das comunidades de pinípedes por setores e época de censos aéreos através da Análise de Coordenadas Principais. Censos realizados em novembro tenderam a permanecer agrupados. O mesmo acontece com os diferentes substratos (rochosos e arenosos). Círculos e quadrados preenchidos representam os censos aéreos de início de verão austral (novembro - período reprodutivo), círculos e quadrados vazados representam censos aéreos registrados nos meses finais do verão austral, (janeiro e fevereiro – período de muda/dispersão); Círculos representam setores com substrato arenoso, enquanto quadrados representam setores de substrato rochoso. As elipses representam os agrupamentos, vermelho representa agrupamento por substrato e azul o agrupamento de época do ciclo de vida. Os dígitos representam os censos e os setores amostrados. Sendo que o primeiro dígito representa o censo em ordem cronológica do tempo e o segundo dígito o setor da Ilha Elefante.

3.4. Novos locais de reprodução

Devido ao difícil acesso ao entorno e a interior da Ilha Elefante, o PROANTAR tradicionalmente facilita o trabalho apenas no setor de Stinker Point, onde o Refúgio Emílio Goelgi está instalado. Esse local é melhor conhecido e estudado em vários aspectos que incluem o censo terrestre de pinípedes. A inserção de um componente de sensoriamento remoto aéreo da ilha através do uso de helicópteros permitiu a localização de outras áreas importantes de reprodução das espécies estudadas aqui. Com a implementação dos censos aéreos, foi possível verificar a presença de

novos locais de reprodução para os EMS e LMA. Para EMS além de ST, os setores de LOK e LI mostraram-se importantes locais de reprodução, como atestam as fotografias vistas nas figuras 10 e 11. Nos censos de novembro foi possível visualizar os hárens de EMS recentemente formados, com os machos alfa rodeados por fêmeas que chegaram a termo, ainda com sinais visíveis da hora do parto (Figura 11). Essas áreas são relativamente parecidas, representando grandes extensões de praias arenosas.

Os LMA apresentaram importantes sítios reprodutivos nos setores de Valentin, Piloto Pardo e Lindsay (Figura 12 e 13). Diferente dos EMS, os filhotes de LMA tornaram-se visíveis apenas quando ganham algum peso, porém seu tamanho ainda menor a de um adulto permitiu sua identificação, (Figura 14). As áreas de reprodução dos LMA apresentam características diferenciadas, como o fato de que há ocorrência de reprodução em Stinker e Lindsay (áreas arenosas) algo que não acontecia nos censos em terra na área de referência nos anos de 1998 e 2003 (MUELBERT, FURG, 2014, comunicação pessoal). As áreas de Piloto Pardo e Valentin (áreas rochosas) são bastante utilizadas.

Os sobrevoos realizados no perímetro da Ilha Elefante foi de grande importância para o registro de novos sítios de reprodução de populações de LMA como nas áreas de VAL e PP. Os indivíduos aparentemente, preferem esses locais (como anteriormente mencionado) devido ao substrato rochoso que ali predomina. Outro local que se mostrou de grande importância para os LMA foi LI. Verificou-se também um aumento na concentração de indivíduos reprodutivos de LMA em ST, algo não descrito anteriormente a esse trabalho. O setor de YE não apresentou dados importantes sobre fase reprodutiva para nenhuma das espécies. Isso pode estar relacionado ao setor apresentar muitas geleiras, o que reduz a área disponível aos animais para o parto e cria (amamentação).



Figura 10: Fotografia de censo aéreo de 28/11/2009, onde podem ser vistos filhotes recém-nascidos de EMS (círculos vermelhos).



Figura 11: Fotografia de censo aéreo de 01/11/2007, onde se vê um harém de EMS em uma praia de LOK coberta de gelo. Há marcas de sangue da placenta dos animais marcadas na neve (círculo).



Figura 12: Fotografia de censo aéreo de 19/02/2010, praia rochosa no setor de VAL.



Figura 13: Fotografia de censo aéreo de 19/02/2010 na área imediata ao Busto Piloto Pardo, setor PP, rodeado por LMA e pinguins.



Figura 14: Fotografia de censo aéreo de 19/02/2010, setor de VAL, indicando filhotes de LMA sobre rochas (círculos).

3.5. Censo por imagens do Google Earth®

Após uma verificação de mercado, comprovou-se nesse trabalho que existem poucos registros de imagens de satélite livres de nuvens disponíveis para a IE. A maioria das imagens está coberta por nuvens, devido à região ser constantemente atingido por fenômenos meteorológicos de grande escala que incluem a passagem de sistemas transientes. Por conta dessas limitações, para a data com contagem em terra em Stinker Point (25/11/2005), não foi possível a obtenção de imagens de satélites passíveis de serem utilizadas para validação dos métodos. Porém, visando à comprovação de que essa ferramenta é de suma importância para o monitoramento das espécies em regiões remotas, um esforço final foi realizado utilizando uma imagem de satélite da ferramenta Google Earth® do setor de VAL que pode ser utilizada para registro de indivíduos (Figura 15).

A imagem foi tomada no dia 04/02/2011, quando houve registro de duas áreas. A primeira área, aqui arbitrariamente denominada Praia dos Lobos no setor de VAL, possui em torno de 110 m de comprimento com pouca neve e substrato rochoso (Figura 16). A segunda área examinada, aqui chamada de Praia das Rochas também no setor de VAL, é relativamente mais ao norte do que a primeira, mas apresenta as mesmas características ao longo de uma extensão de aproximadamente 158 metros (Figura 17). Com o auxílio das ferramentas presentes no programa Google Earth® onde as imagens estão disponíveis, foi possível fazer a identificação e contagem dos indivíduos presentes nas duas áreas. O conhecimento prévio de quais espécies utilizam a IE, assim como da biologia do animal permitiram a identificação dos indivíduos. Após esse processo de aferição, os indivíduos foram contabilizados da mesma maneira que foi realizado para os censos aéreos nesse trabalho.

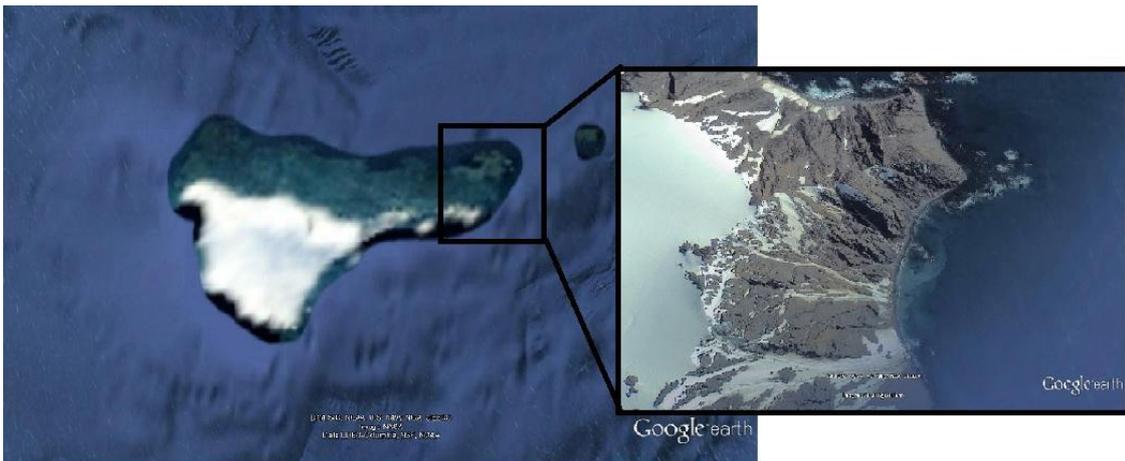


Figura 15: Identificação da Ilha Elefante através de imagens de satélite na plataforma Google Earth® e visualização de um detalhe do setor de VAL.



Figura 16: Praia dos Lobos, VAL no setor de VAL vista através de uma imagem de satélite do dia 04/02/2011 na plataforma Google Earth®.



Figura 17: Praia das Rochas no setor de VAL vista através de uma imagem de satélite do dia 04/02/2011 na plataforma Google Earth®.

Na análise de imagem de satélite tomada para as localidades de Praia dos Lobos e Praia das Rochas foram encontrados somente indivíduos de LMA. Isso também sugere a preferência por habitats rochosos para a espécie, já que a imagem é da

região de VAL. Na Praia dos Lobos foram contabilizados 24 indivíduos de aproximadamente um a dois metros de comprimento. Devido à sua coloração ser enegrecida e pela forma de sua assinatura visual na imagem é possível inferir que se trata de LMA. Não foram visualizados indivíduos de outra espécie no local. Com base nos resultados de abundância apresentados nos censos aéreos, pelo período em que a imagem foi registrada sugere-se a presença de somente dos LMA na região de VAL. A ocupação da praia se dá de forma agrupada, com porções de substrato entre pequenos grupos de animais, como pode ser visualizado na Figura 18.

A Praia das Rochas apresentou um padrão de ocupação mais homogêneo, com três linhas principais de animais distribuídos paralelamente pela praia. Essa distribuição pode ser observada na Figura 19. Foram registrados 60 indivíduos que também apresentavam as mesmas características dos indivíduos presentes na Praia dos Lobos.



Figura 18: Praia dos Lobos com marcação dos grupos de indivíduos de LMA.



Figura 19: Praia das Rochas com marcação das linhas principais de indivíduos de LMA presentes no local.

Ao nosso conhecimento, essas são as primeiras imagens de satélite que foram utilizadas para contagem de indivíduos de LMA na Ilha Elefante. Elas não podem ser utilizadas como informações conclusivas, pois não possuímos uma validação das contagens com uma contagem em terra ou censo aéreo por helicóptero. Porém é um primeiro passo para a utilização dessa ferramenta tão importante para as estimativas populacionais nessa área remota ou em outras áreas. Adicionalmente, a utilização de imagens do Google Earth® ou de qualquer fonte, possibilita o monitoramento de espécies de interesse em épocas do ano e em locais nos quais o PROANTAR não poderia oferecer a logística necessária.

4. Discussão

Até recentemente, uma descrição detalhada e quantificada da ocupação dos pinípedes na IE estava predominantemente disponível para a região de ST. Essa é uma área arenosa que abriga principalmente indivíduos de EMS, mais facilmente acessada por pesquisadores do PROANTAR e projetos que utilizam o Refúgio Emília Goeldi. Isso historicamente favoreceu o levantamento terrestre da abundância de pinípedes em Stinker Point (ST). A realização do censo aéreo foi motivada com o intuito de melhorar a abrangência do estudo da distribuição e abundância dos indivíduos de pinípedes, além de possibilitar a visualização sobre os padrões de ocupação da IE pelas espécies. Justamente por ST ser o local mais estudado, resultados pretéritos do Projeto MEOP-BR indicavam que apenas os EMS apresentavam abundância bastante elevada em comparação com os demais pinípedes. Devido a esse fato especulava-se que os EMS predominavam em abundância na IE como um todo.

A realização do censo de 25/11/2005, com a inserção do componente aéreo, permitiu uma melhor caracterização das populações da IE de forma mais abrangente. Ciotti (2007) realizou as primeiras estimativas de tamanho populacional de pinípedes presentes na IE. Seu estudo foi baseado em contagens em terra da área compreendida entre a Praia Grande e Praia de Naufragos em Stinker Point. As abundâncias dos indivíduos registradas pelo autor foram extrapoladas para as demais regiões da IE a partir da identificação de, na época, três outras áreas de importância reprodutiva a partir de sobrevoos realizados ao redor da ilha em 2005. A estimativa obtida para o ano de 2005 por Ciotti (2007) foi de 1.545 indivíduos de EMS para a Ilha Elefante de acordo com o método proposto por Laws (1994) para a Ilha Geórgia do Sul. Este formulou um índice de ocupação de 3,5 indivíduos para cada filhote amostrado. No trabalho de Ciotti, 2007, o número total da extrapolação corresponde ao número de filhotes contados na área principal de estudo (Stinker Point) multiplicado por 3,5 e ajustado para outras duas áreas reprodutivas identificadas no censo aéreo. Isso caracterizou, portanto, três colônias reprodutivas de EMS na IE.

O censo aéreo realizado em 25/11/2005 permitiu a descrição de outras colônias reprodutivas de EMS na IE, como nos setores Lookout, Muckle Bluff e Lindsay, como também possibilitou a contagem de 1.696 indivíduos de EMS, um número superior às estimativas anteriormente estipuladas. Os censos aéreos também corroboram as descrições passadas insipientes de ocorrência, distribuição e padrão do ciclo de vida das espécies de pinípedes descritas para a IE. O componente aéreo também permitiu a localização de áreas reprodutivas de indivíduos de LMA, como os setores de Valentin e Piloto Pardo.

As outras espécies de pinípedes que utilizam a IE, na grande maioria dos registros, foram encontradas de forma solitária, não representando qualquer indício de ocupação da IE para sua reprodução. As FL estavam descansando sobre o gelo, em algumas fotos foi avistada presença de sangue, possivelmente indicação de forrageio naqueles locais. As FW também apresentaram baixo número de indivíduos, em grande parte dos registros foram em praias arenosas, em uma ocasião do censo do dia 19/02/2010 foram registradas seis FW descansando próximas umas as outras, mas sem presença de filhotes (Ver Figura A.15 do Anexo I). As FC eram constantemente avistadas isoladamente sobre praias arenosas ou gelo (Tabela 6; Figura 6).

Somente o censo de 03/11/2008 registrou maior participação dessas espécies na comunidade de pinípedes presentes na IE. Somadas suas porcentagens, essas espécies alcançaram pouco mais de 10% da participação dos indivíduos do local. Devido a IE não ser local de reprodução para essas espécies (CIOTTI, 2007), e suas aparições terem caráter ocasional para descanso durante migrações de forrageio ou como no caso da FL, alimentar-se no próprio local, não é possível fazer uma estimativa precisa para elas. No entanto, estes indivíduos apresentaram comportamentos já descritos para as espécies. Segundo Bengtson et al. (2011), FW ocorrem principalmente em áreas com gelo ou de mar congelado próximos a terra (Figura 6), FC permanecem em áreas com gelo ou blocos de gelo flutuantes próximos a zona da plataforma continental onde haveria grandes densidades de presas para sua alimentação, (Figura 7), e as FL ocorrem em blocos de gelos flutuantes mais isolados uns dos outros, porém próximos a terra, (Figura 8).

Devido aos eventos do ciclo de vida dos pinípedes apresentarem padrões bem definidos temporalmente (LEWIS *et al.*, 2004), os dados de censo aéreo utilizados neste trabalho puderam ser usadas para estudar a dinâmica temporal de ocupação das espécies na Ilha Elefante ao longo dos verões austrais amostrados entre 2005 e 2010. A Análise de Coordenadas Principais indicou que existe uma separação temporal estabelecida na ocupação da IE e diferenças significantes na ocupação de espécies nos diferentes setores. Os EMS predominam em abundância nos censos realizados em novembro e em setores arenosos. Através de conhecimento prévio, sabe-se que isso é devido ao início de estação reprodutiva da espécie, com a chegada dos indivíduos nas praias e posterior nascimento das suas crias. Os EMS iniciam seu ciclo reprodutivo em outubro, com a chegada dos machos no ambiente terrestre para estabelecimento de território. A chegada das fêmeas ocorre em novembro com posterior nascimento dos filhotes, elevando a abundância dessa espécie na comunidade da IE (MUELBERT, FURG 2014, comunicação pessoal). Um segundo pico de abundância ocorre em dezembro, quando muitos indivíduos voltam a terra para fazer a muda da pelagem. Uma diminuição da abundância ocorre em fevereiro devido à dispersão dos indivíduos para oceano.

Os LMA tem seu ciclo reprodutivo iniciado no período entre o final de novembro e início de dezembro. Há um aumento na abundância de LMA na ilha a partir de janeiro, essa permanecendo alta até o final do verão austral em meados de março. Isso torna os valores de abundância obtidos pela contagem de indivíduos nas fotografias aéreas mais altos nos meses do final do verão austral. A espécie apresentou uma abundância crescendo nos censos do mês de janeiro e uma abundância bastante elevada no censo realizado em fevereiro. Esse fato não ocorreu somente nos setores rochosos, e sim em toda a ilha, como pode ser verificado nos dados do censo de 19 de fevereiro de 2010 (Tabela 2). Como os LMA foram levados quase à extinção devido à caça, houve uma grande preocupação com o aumento dos estoques de suas populações. O aumento populacional pode ser registrado em diferentes ilhas Antárticas a partir dos anos 1970 e 1980, (PAYNE, 1977; SMITH, 1988; BOYD, 1993; BOVENG *et al.*, 1998).

A partir da análise preliminar das fotografias tomadas nos censos aéreos já foi possível visualizar tendências de ocupação da IE pelos pinípedes. Essas tendências estavam aparentemente ligadas ao tipo de substrato presentes nos setes setores

investigados. A Ilha Elefante apresenta padrões de substrato nas suas praias bem definidos, como areia e rocha, além da cobertura de gelo permanente nas geleiras ou de gelo temporário nas praias. As maiores ocorrências de EMS foram detectadas nos setores Lookout e Stinker Point, setores com predominância de praias arenosas. Nesses locais, é notável a superioridade da ocorrência da espécie em relação às demais que ocupam a ilha. Já os LMA predominam com 94,76% da abundância dos pinípedes no setor Valentin, o qual apresenta maior incidência de praias rochosas.

Segundo Caro et al. (2012), a ocupação das espécies de pinípedes está relacionada principalmente com questões ligadas à camuflagem, comunicação e fisiologia. Essa hipótese também é levantada por González-Suárez & Gerber (2008), para a espécie leão-marinho californiano (*Zalophus californianus*), além de outros pinípedes como leão-marinho de Steller (*Eumetopias jubatus*), lobo-marinho sul-americano (*Arctocephalus australis*), e leão-marinho de Galápagos (*Zalophus californianus wollebaeki*) (BAN e TRITES, 2007; STEVENS e BONESS, 2003; WOLF et al., 2005). Segundo esses autores, a escolha do habitat preferencial se daria na escolha de substrato favorável à proteção dos filhotes e regulação térmica. Inferimos que na IE devido à baixa pressão de predação sobre os pinípedes ali presentes, a escolha de substrato para permanência possa estar relacionada com regulação térmica e facilidade de deslocamento dos animais.

Devido a natureza anfíbia do ciclo de vida dos pinípedes e sua distribuição predominantemente em regiões polares, a termorregulação se torna um fator importante na escolha por local adequado para reprodução ou descanso. Pinípedes são capazes de suportar baixas temperaturas no oceano para sua alimentação graças às densas camadas de gordura e pelo, porém estas podem se tornar empecilhos para manutenção da temperatura corporal em terra (CROCKER E COSTA, 2008). A *retia mirabile* auxilia na troca de calor enquanto o animal está em terra permitindo que ele não superaqueça em exposição ao sol. O substrato em que o animal permanece pode reter mais calor em sua superfície que leva o indivíduo a escolha daquele que manteria a temperatura do organismo mais próxima a sua zona neutra de temperatura (CASTELLINI, 2002).

Alguns comportamentos são observados nesses animais que se relacionam com a termorregulação, como o comportamento de agrupamento. LIWANAG et al, 2012,

constatarem que há uma vantagem energética no agrupamento de indivíduos de leão-marinho californiano (*Zalophus californianus*) que diminuiria a troca de calor entre o indivíduo e o meio. Este comportamento é registrado para a espécie de otarídeo presente na IE, o LMA, que permanece agrupado nas praias rochosas do local.

O acesso as praia também pode ser levado como fator de distribuição das espécies na IE, já que os animais presentes na ilha possuem diferentes formas de deslocamento. As praias rochosas parecem possuir menor declive que praias estritamente rochosas, já que acompanham a linha da costa. Estas praias como mostram os nossos resultados são utilizadas principalmente por indivíduos de EMS que possuem grande peso corporal e não deslocam a região posterior para a frente como os otarídeos. As praias predominantemente rochosas tendem a ser mais ocupadas por LMA já que estes possuem um deslocamento mais eficiente em terra que os possibilita subir nas pedras e chegar a patamares mais altos com maior facilidade.

5. Conclusão e Considerações Finais

Estudos sobre a distribuição e ocorrência de pinípedes em regiões remotas do planeta, como a Ilha Elefante, são raros e demandam uma logística de campo muito complexa. Além de equipes altamente treinadas para realizar os trabalhos de campo, a disponibilidade de meios de transporte para se chegar a esses locais, manter os acampamentos ou rotina a bordo de navios são fatores limitantes a realização a qualquer atividade de pesquisa. Outros problemas logísticos são inerentes aos estudos em regiões onde o tempo e o estado do mar determina o sucesso ou a falha em realizar a pesquisa. Apesar do apoio essencial da Marinha do Brasil ao PROANTAR nem sempre os sobrevoos planejados para cada censo aéreo puderam ser completamente realizados. Devido a isso, nem sempre foi possível amostrar a IE nos mesmos períodos e ao longo de seu perímetro completo. Apesar disso, os censos aéreos puderam ser realizados em datas que revelam alguns padrões de ocupação dos indivíduos na Ilha Elefante.

Fotografias aéreas e imagens de satélite vêm sendo cada vez mais utilizadas em estudos populacionais. A difícil distinção entre o meio e a pelagem dos pinípedes, além da dificuldade de encontrar imagens de satélite livres de nuvens, tem justificado a utilização de fotografias aéreas para a melhor identificação desses animais. Ao mesmo tempo, o crescente melhoramento das tecnologias e a distribuição livre de imagens em plataformas como o Google Earth®, indicam que imagens de satélite de alta resolução poderiam ser usadas como nova ferramenta de estudos populacionais em áreas remotas como a Antártica. A chave para uma futura utilização das imagens de satélite para a contagem de indivíduos reside na correspondência temporal entre a data de uma contagem em terra para validação e a data da obtenção da imagem de satélite para cada região. Esta conjunção permitirá à criação de relações conhecidas que favorecerão a automação as contagens com repetição e estimativas de erro associadas.

Nesse estudo, padrões de ocupação da IE pelos pinípedes puderam ser visualizados a partir dos dados de censo aéreo. Variações de abundância nas espécies estudadas foram encontradas devido a fase do seu ciclo vida e ao substrato que a espécie habita em terra. Nos meses de novembro, fase reprodutiva

da espécie *Mirounga leonina*, há grande abundância. No mês de janeiro esses que estão em época de muda da pelagem retornam à ilha, porém em menor abundância. Os EMS chegam à IE mais cedo do que outras espécies para iniciar seu período reprodutivo em meados de novembro. Esses indivíduos preferem permanecer em locais arenosos que proporcionam proteção aos filhotes recém-nascidos e às suas mães, que são protegidos pelo macho alfa do harém. Um novo pico de ocupação dessa espécie é registrado em janeiro, quando os animais voltam à IE após um breve período de alimentação. Após essa fase os animais seguem para um novo período de jejum e passam pela muda da pelagem em preparação para o próximo inverno. No mês de fevereiro há redução de *Mirounga leonina* cujos indivíduos partem para a fase de dispersão.

Os *Artocephalus gazella* tornam-se mais abundantes nos meses finais de verão austral, devido a sua fase reprodutiva. No mês de novembro ainda há baixa abundância de *Artocephalus gazella* que estão chegando a Ilha Elefante. Nos meses de janeiro e fevereiro ocorre uma inversão de predominância de ocupação dos pinípedes na ilha. Os LMA apresentam padrões de ocupação diferentes dos apresentados pelos EMS, em função dos diferentes ciclos de vida das duas espécies. Os LMAs reproduzem-se no final de novembro e desmamam seus filhotes 3 a 4 meses depois, enquanto os EMS reproduzem-se entre setembro e novembro, desmamando seus filhotes em dezembro. Os filhotes de EMS são inocentes e inexperientes após o desmame porque jejuam em terra por 8-12 semanas antes de entrar na água (REITER et al., 1981) enquanto os filhotes de LMA já entram na água e nadam no primeiro mês de vida, sendo muito ativos e experientes quando desmamados. O aumento no número de juvenis e indivíduos não ligados à reprodução quando essa se encerra é comum nas diferentes espécies de pinípedes e ocorrem com retardo de tempo de um mês na IE em função da defasagem na época reprodutiva dessas duas espécies (LEWIS et al., 2004). As demais espécies que presentes na IE (FL, FW e FC), não apresentaram padrão definido de ocupação, já que sua abundância na ilha é muito pequena e apenas a utilizam para seu descanso durante travessias de alimentação e para colônias de reprodução.

O trabalho apresentado aqui mostra as variações de abundância nas espécies estudadas em função da fase do seu ciclo vida e do substrato que habitam em terra. Nos meses de novembro, fase reprodutiva da espécie EMS apresenta grande

abundância da mesma, enquanto que para mesma época, os LMA tem abundância reduzida em função da sua fase pré-reprodutiva. Há um contraste nos meses seguintes do verão austral, os EMS, que estão em época de muda da pelagem retornam a ilha, porém em menor abundância. Ao mesmo tempo, ocorre uma inversão de predominância de ocupação dos pinípedes na IE. Os LMA tornam-se mais abundantes nos meses finais de verão austral, devido a sua fase reprodutiva e os EMS completando seu ciclo na fase de dispersão.

Indivíduos de *Mirounga leonina* tendem a permanecer em locais arenosos enquanto os *Artocephalus gazella* permanecem em locais rochosos; Há uma relação positiva entre os indivíduos de EMS e substratos arenosos que pode estar relacionada à proteção dos filhotes enquanto esses permanecem em terra, já que são bastante dependentes de suas progenitoras. Os indivíduos de LMA são mais ativos e como as fêmeas se alimentam durante o período de lactação a relação entre o substrato e a pelagem parece ser mais intensa, com os filhotes protegidos pela coloração disruptiva semelhante àquelas das rochas da ilha.

Novos locais de reprodução foram identificados nesse trabalho ao redor da IE mostrando a importância de outros locais além de Stinker Point para essas espécies de pinípedes. Censos aéreos mais padronizados em termos de área coberta, altura de voo, inclinação da câmera, geoposicionamento de precisão permitiriam uma melhor estimativa populacional no futuro. Uma análise mais detalhada da relação entre a abundância das espécies estudadas e fatores do meio abiótico provenientes de variáveis meteorológicas e oceanográficas, além das estimativas de extensão e espessura do gelo presente no entorno da IE deverá ser considerada futuramente. Também se espera dar continuidade à realização de censos aéreos. Com o aumento do período desse estudo nos próximos anos, pode-se tentar compreender melhor como fatores relativos às mudanças climáticas afetariam as espécies que ocupam a Ilha Elefante.

6. Referências

- BAN, S. e TRITES, A. W. (2007). Quantification of terrestrial haul-out and rookery characteristics of steller sea lions. **Marine Mammal Science**, vol. 23(3): 496-507. Doi: 10.1111/j.1748-7692.2007.00130.x.
- BARBIERI, E. e PAES, E. T. (2008). The birds at Ilha Comprida beach (São Paulo state, Brazil): a multivariate approach. **Biota Neotropical**, vol. 8, no. 3.
- BENGSTON, J. L.; LAKE, J. L.; BOVENG, P. L.; CAMERON, M. F.; HANSON, M. B. & STEWART, B. S. (2011). Distribution, density, and abundance of pack-ice seals in the Amundsen and Ross Seas, Antarctica. **Deep-Sea Research II** 58, p: 1261-1276.
- BERTA, A. e SUMICH, J. L. (1999). **Marine Mammals – Evolutionary Biology**. Academic Press, San Diego, California.
- BERTA, A., SUMICH, J.L. E KOVACS, K. (2006). **Marine Mammals: Evolutionary Biology**. 2nd. ed. Academic Press, New York, 547 pp.
- BININDA-EMONDS, O. R.; GITTLEMAN, J. L. & PURVIS, A. (1999). Building large trees by combining phylogenetic information: a complete phylogeny of the extant Carnivora (Mammalia). **Biol. Rev.**, ed. 74, p 143-175.
- BOVENG, P. L.; HIRUKI, L. M.; SCHWARTZ, M. K. & BENGSTON, J. L. (1998). Population growth of antarctic fur seals: limitation by a top predator, the leopard seal? **Ecology**, 79(8), 1998, pp. 2863–2877.
- BOYD, I.L. (1993). Pup production and distribution of breeding Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*) at South Georgia. **Antarctic Science** 5 (1): 17-24.
- CARO, T.; STANKOWICH, T.; MESNICK, S. L.; COSTA, D. P. & BEEMAN, K., (2012). Pelage coloration in pinnipeds: functional considerations. **Behavioral Ecology**, doi: 10,1093/beheco/ars025.
- CATELLINI, M. (2002). **Encyclopedia of Marine Mammals**. Editado por Perrin, Wursig e Thewissen. Academic Press.
- CIOTTI, L. (2007). **Pinípedes da Ilha Elefante, Antártica: Ocorrência e Distribuição**. Monografia de conclusão de curso de Oceanologia na Universidade Federal do Rio Grande (FURG).
- CONVEY P., BINDSCHADLER R., DI PRISCO G., FAHRBACH E., GUTT J., HODGSON D., MAYEWSKI P.A., SUMMERHAYES C.P. & TURNER J. (2009). Review Antarctic climate change and the environment. **Antarctic Science** 21(6), p541–563.

- COSTA, D.P., HUCKSTADT, L.A., CROCKER, D.E., MCDONALD, B.I., GOEBEL, M.E. & FEDAK, M.A., (2010). Approaches to studying climatic change and its role on the habitat selection of Antarctic pinnipeds. **Integr. Comp. Biol.** 50, 1018–1030.
- CROCKER e COSTA (2008). **Encyclopedia of Marine Mammals, 2nd Edition.** Editado por Perrin, Wursig e Thewissen. Ed. Academic Press, p 1352.
- DASMAHAPATRA, K. K.; HOFFMAN, J.I. & AMOS, W. (2009). Pinniped phylogenetic relationships inferred using AFLP markers. **Heredity**, ed. 103, p. 168–177.
- DAVIES, J. L. (1958). **The Pinnipedia: An Essay in Zoogeography.** Geographical Review Vol. 48, No. 4 (Oct., 1958), pp. 474-493. Published by: American Geographical Society. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/211670>. Page Count: 20.
- FAITH, D.P.; MINCHIN, P.R. & BELBIN. L. (1987). Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. **Vegetation** 69 (1): 57-68.
- FOLKENS, P. A.; REEVES, R. R.; STEWART, B. S.; POWELL, J. A.; CLAPHAM, P. J.. (2002). **Guide to marine mammals of the world.** New York: Knopf, 2002. p 160.
- FRETWELL, P. T.; LaRUE, M. A.; MORIN, P., KOOYMAN, G. L., WIENECKE, B; RATCLIFFE, N.; FOX, A. J.; FLEMING, A. H.; PORTER, C. & TRATHAN, P. N. (2012) An Emperor Penguin Population Estimate: The First Global, Synoptic Survey of a Species from Space. **PLoS ONE** 7(4): e33751. doi:10.1371/journal.pone.0033751.
- GONZÁLES-SUÁREZ, M. & GERBER, L. R. (2008). Habitat preferences of california sea lions implications for conservation. **Journal of Mammalogy**, 89(6): 1521-1528.
- GOTELLI, N. J. & ELLISON, A. M. (2011). **Princípios de Estatística em Ecologia.** Artmed, Porto Alegre, RS, Brasil, 528 pp.
- GUTRO, R. (2005) Satellite Data to Track Wildlife: Elephants in Space. Available:http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/elephants_space.html. Acessado em 05/11/2014.
- HARRIS, C. M.; CARR, R.; LORENZ, K. & JONES, S. (2011). Important Bird areas in Antarctic: Antarctic Peninsula, South Shetlands Islands, South Orkney Islands – Final Report. **Environmental Research & Assessment Ltd**, Cambridge.
- HELLMER, H. H.; KAUKER, F.; TIMMERMANN, R.; DETERMANN, J. & RAE, J. (2012). Twenty-first-century warming of a large Antarctic ice-shelf cavity by a redirected coastal current. **Nature**, vol 485, doi:10.1038/nature11064.

- HEWER, H.R. 1974. **British Seals**. William Collins Sons & Co. Ltd Glasgow. 256 pp.
- HÜCKSTÄDT, L. A.; BURNS, J. M.; KOCH, P. L.; McDONALD, B. I.; CROCKER, D. E. & COSTA, D. P. (2012). Diet of a specialist in a changing environment: the crabeater seal along the western Antarctic Peninsula. **Marine Ecology Progress Series**, Vol. 455: 287–301, doi: 10.3354/meps09601.
- JEFFERSON, T. A., WEBBER M. A., PITMAN, R. L., 2011. **Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification: A Comprehensive Guide to Their Identification**. Academic Press, p. 431-434, 438-441, 442-444.
- JEFFERSON, T. A.; LEATHERWOOD, S. & WEBBER, M. A. (1994). **Marine Mammals of the World**. FAO species identification guide, FAO & UNEP.
- JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F. & VAN TONGEREN, O.F.R. (1995). **Data analysis in community and landscape ecology**. 2nd ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- KOCK, K. & STRANSKY, C. (2000). The composition of the coastal fish fauna around Elephant Island (South Shetland Island, Antarctica). **Polar Biol** 23: 825-832.
- LAKE, S., WOTHERSPOON, S. AND BURTON, H. (2005). Spatial utilisation of fast-ice by Weddell seals *Leptonychotes weddelli* during winter. **Ecography** 28: 295-306.
- LaRUE, M. A.; ROTELLA, J. J.; GARROTT, R. A.; SINIFF, D. B. & AINLEY, D. G. (2011) Satellite imagery can be used to detect variation in abundance of Weddell seals (*Leptonychotes weddellii*) in Erebus Bay. **Antarctica. Polar Biol** 34: 1727–1737.
- LAWS, R. M. (1994). **History and Present Status of Southern elephant seal Populations**. In: LE BOEUF, BJ & RM LAWS (eds.). *Elephant Seals: Population Ecology, Behavior and Physiology*. University of California Press, Berkeley, Chap. 3: 49-65.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. (2012). **Numerical Ecology: Developments in Environmental Modelling**. Vol 24, 3^a Ed, 1006 pp, Ed. Elsevier.
- LEWIS, M.; CAMPAGNA, C. & ZAVATTI, J. (2004). Annual cycle and inter-annual variation in the haul-out pattern of an increasing southern elephant seal colony. **Antarctic Science**, 16: 219-226.
- LEWIS, M; CAMPAGNA, C; QUINTANA, F & FALABELLA V. (1998). Estado actual y distribución de la población del elefante marino del sur em la Península Valdéz, Argentina. **Mastozoología Neotropical**: 5(1): 29-40.
- LIWANAG, H. E. M.; BERTA, A.; COSTA, D. P.; BUDGE, S. M. e WILLIAMS, T. M. (2012). Morphological and thermal properties of mammalian insulation: the evolutionary transition to blubber in pinnipeds. **Biological Journal of the Linnean Society** 107: 774–787.

- LORIST, G.; AVENT, T.; SCAPS, P.; THOMPSON, S. LONG, P. & SLATER, K. (2012). Herbivore distribution patterns mapped on SA Game Reserve. *Biodiversity Science*. Disponível em: <http://www.biodiversityscience.com/2012/12/11/herbivore-distribution-game-reserve/>. Acesso em: 30/01/2015.
- LOWRY, M. S.; CONDIT, R.; HATFIELD, B.; ALLEN, S. G.; BERGER, R.; MORRIS, P. A.; Le BOEUF, B. J. & REITER, J (2014). Abundance, Distribution, and Population Growth of the Northern Elephant Seal (*Mirounga angustirostris*) in the United States from 1991 to 2010. ***Aquatic Mammals*** 40(1): 20-31, doi 10.1578/AM.40.1.2014.20.
- MANLY, B.F.J. (1994). *Multivariate statistical methods: a primer*. 2nd. ed., Chapman & Hall, London.
- MARRARI, M.; DALY, K. L & HU, C. (2008). Spatial and temporal variability of SeaWiFS chlorophyll a distributions West of the Antarctic Peninsula: implications for krill production. ***Deep-Sea Res II*** 55: 377-392.
- McMAHON, C. R.; HOWE, H.; van den HOFF, J.; ALDERMAN, R., BROLSMA, H. & HINDELL, M. A. (2014). Satellites, the All-Seeing Eyes in the Sky: Counting Elephant Seals from Space. ***PLoS ONE*** 9(3): e92613. doi:10.1371/journal.pone.0092613.
- MEREDITH, M. P. & KING, J. C., (2005). Rapid climate change in the ocean west of the Antarctic Peninsula during the second half of the 20th century. ***Geophys. Res. Lett.*** 32, L19604.
- MONTES-HUGO, M., DONEY, S.C., DUCKLOW, H.W., FRASER, W., MARTINSON, D., STAMMERJOHN, S.E. & SCHOFIELD, O., (2009). Recent changes in phytoplankton communities associated with rapid regional climate change along the western Antarctic Peninsula. ***Science*** 323, 1470–1473.
- MONTGOMERY, R. A.; Ver HOEF, J. M. & BOVENG, P L. (2007). Spatial modeling of haul-out site use by harbor seals in Cook Inlet, Alaska. ***Marine Ecology Progress Series***, 341: 257-264.
- MURPHY, E.J.; HOFMANN, E.E.; WATKINS, J.L.; JOHNSTON, N.M.; PIÑONES, A.; BALLERINI, T.; HILL, S.L.; TRATHAN, P.N.; TARLING, G.A.; CAVANAGH, R.A.; YOUNG, E.F.; THORPE, S.E. & FRETWELL, P. (2012). Comparison of the structure and function of Southern Ocean regional ecosystems: The Antarctic Peninsula and South Georgia. ***Journal of Marine Systems***, 109–110 (2013): 22–42.
- PAYNE, M. R. (1977). Growth of a fur seal population. ***Philosophical Transactions of the Royal Society of London*** Ed. 279, p: 67-79.
- PIANKA, E. R. (1999). *Evolutionary ecology*. 6th. ed. **Addinson-Wesley Press**, Boston. 512 pp.

- PIUCO, R. (2013). **Flutuação populacional, variação morfométrica, e assimetria flutuante em *Pygoscelis papua*, no Arquipélago das Shetlands do Sul, Antártica**. Tese de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biologia da Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo, RS, Brasil.
- POUGH, F. H.; JANIS, C. M. & HEISER, J. B. (2008). **A vida dos vertebrados**. Atheneu Editora, 4^a ed., São Paulo.
- PRADO, P. I.; LEWINSOHN, T. M.; CARMO, R. L. & HOGAN, D. J., (2002). Ordenação multivariada na ecologia e seu uso em ciências ambientais. **Ambiente & Sociedade** – Ano V – Nº 10.
- PREVEDELLO, J. A.; MENDONÇA, A. F. & VIEIRA, M. V. (2008). Uso do espaço por pequenos mamíferos: uma análise dos estudos realizados no Brasil. **Oecol. Bras**, 12(4): 610-625.
- PREZELIN BB, HOFMANN EE, MENGELT C, KLINCK JM (2000) The linkage between Upper Circumpolar Deep Water (UCDW) and phytoplankton assemblages on the West Antarctic Peninsula continental shelf. **J Mar Res**, 58: 165–202.
- RAPHAEL, M.N.; HOBBS, W. & WAINER, I. (2011). The effect of Antarctic sea ice on the Southern Hemisphere atmosphere during the southern summer, **Climate Dynamics**, 36, 1403- 1417.
- REITER, J.; PANKEN, K. J. & Le BOEUF, B. J. (1981). Female competition and reproductive success in northern elephant seals. **Animal Behaviour**, 29: 670-687.
- RICKLEFS, R. E. (2010). *A Economia da Natureza* - 6^a ed. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara.
- ROGERS, T. (2009). "Leopard seal (*H. leptonyx*)" (On-line). The Society for Marine Mammalogy. Acessado em 15 de Maio de 2013, http://www.marinemammalscience.org/index.php?option=com_content&view=article&id=459&Itemid=298.
- SCAR (2014). Antarctic Climate Change and the Environment – 2014 Update. XXXVII Antarctic Treaty Consultative Meeting. Disponível em: http://www.scar.org/scar_media/documents/policyadvice/treatypapers/ATCM37_ip060_e.pdf. Acessado em: 30/01/2015.
- SCHOENER, T. W. (1974). Resource partitioning in ecological communities. **Science**, 185(1): 27-39.
- SCHOFIELD, O., DUCKLOW, H.W., MARTINSON, D.G., MEREDITH, M.P., MOLINE, M.A. & FRASER, W.R., (2010). How do Polar marine ecosystems respond to rapid climate change? **Science**, 328, 1520–1523.
- SMITH, R. I. L. (1988). Destruction of Antarctic terrestrial ecosystems by a rapidly increasing fur seal population. **Biological Conservation** 45: 55-72.

- STEVENS, M. A & BONESS, D. J. (2003). Influences of habitat features and human disturbance on use of breeding sites by a declining population of southern fur seals (*Arctocephalus australis*). **Journal of Zoology** 260: 145-152.
- TESTA, J. W. e SINIFF, D. B. (1987). Populations dynamics of weddell seals (*Leptonychotes weddelli*) in McMurdo Sound, Antarctica. **Ecological Monographs**, 57(2): 149-165.
- TRIVELPIECE, W.Z., HINKE, J.T., MILLER, A.K., REISS, C.S., TRIVELPIECE, S.G. & WATTERS, G.M., (2011). Variability in krill biomass links harvesting and climate warming to penguin population changes in Antarctica. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.**, 18: 7625–7628.
- VAUGHAN, D. G.; MARSHALL, G. J.; CONNOLLEY, W. M.; PARKINSON, C.; MULVANEY, R.; HODGSON, D.; KING, J. C.; PUDSEY, C. J. & TURNER, J. (2003). Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula. **Clim. Change** 60: 243–274.
- WOLF, J. B.; KAUERMANN, G. & TRILLMICH, F. (2005). Males in the shade: habitat use and sexual segregation in the Galapagos sea lion (*Zalophus californianus wollebaeki*). **Behavioral Ecology and Sociobiology** 59: 293-302.
- YANG, Z. (2012) Evaluating high resolution GeoEye-1 satellite imagery for mapping wildlife in open savannahs. **Enschede, The Netherlands University of Twente** 1–61 pp.
- YUAN, X, J. (2004). ENSO-related impacts on Antarctic sea ice: a synthesis of phenomenon and mechanisms. **Antarctic Science**, 16(4): 415-425.

7. Anexo I



Figura A. 1: Pilotos se preparando para sobrevoo na IE.



Figura A. 2: Pilotos dentro da cabine do helicóptero já em sobrevoo na IE em 10/01/2008.



Figura A. 3: Pesquisador tomando fotografias para o censo aéreo na IE em 10/01/2008.



Figura A. 4: Refúgio Goeldi, no setor de ST, para pesquisadores durante os trabalhos de campo na IE.



Figura A. 5: Visão geral do setor de ST no censo de 25/11/2005.



Figura A. 6: Marca do Projeto Elefante-Marinho do Sul no setor de ST em 25/11/2005.

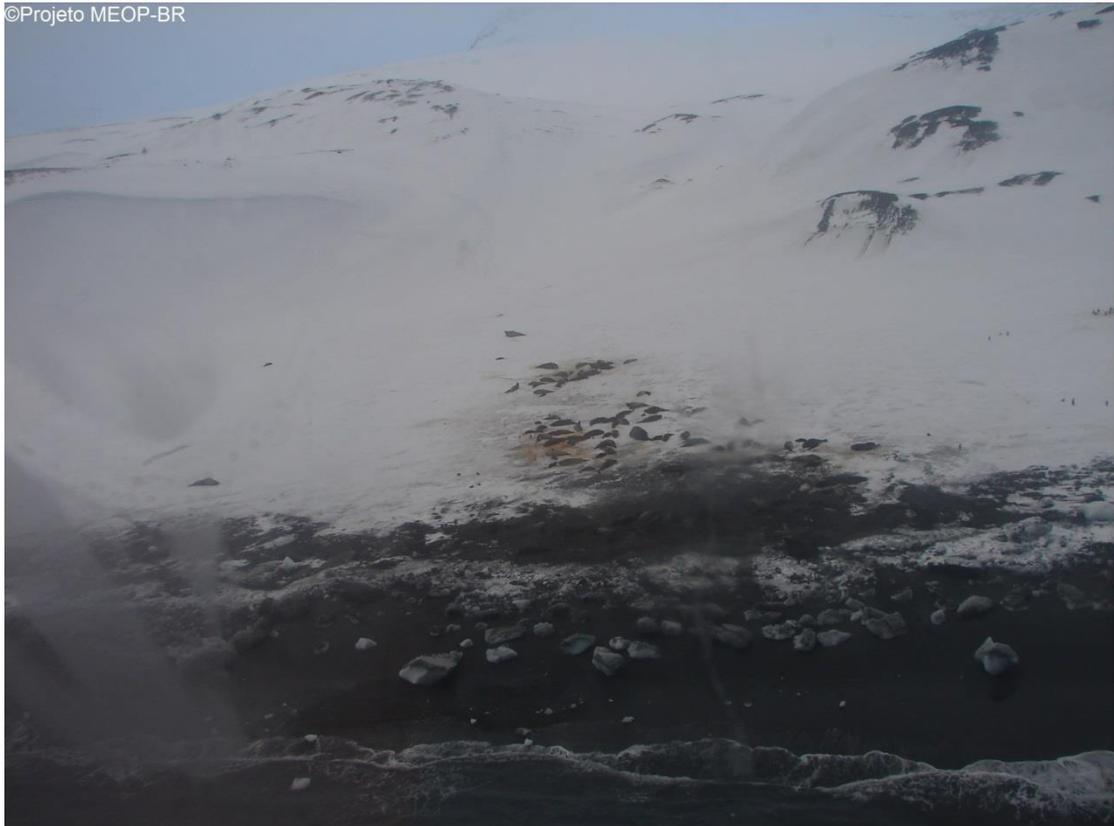


Figura A. 7: Setor de ST coberto de neve no censo de 01/11/2007.



Figura A. 8: Agrupamento de EMS no setor de Lookout no censo de 18/01/2009.



Figura A. 9: Pinípedes ocupando setor de LOK no censo de 19/02/2010.



Figura A. 10: Geleira de Endurance, localizada entre os setores de LOK e MB, censo de 25/11/2005.



Figura A. 11: Geleira de Endurance no censo de 19/02/2010.



Figura A. 12: Indivíduos de EMS na praia de setor de MB em 10/01/2008.



Figura A. 13: Grande quantidade de indivíduos de LMA em praia do setor de MB no censo de 19/02/2010.



Figura A. 14: Praia do setor de VAL com grande quantidade de filhotes de LMA no censo de 10/01/2008.



Figura A. 15: Indivíduos de FW em rochas no setor de VAL em censo de 19/02/2010.



Figura A. 16: Busto do Piloto Pardo no setor de PP em 19/02/2010.

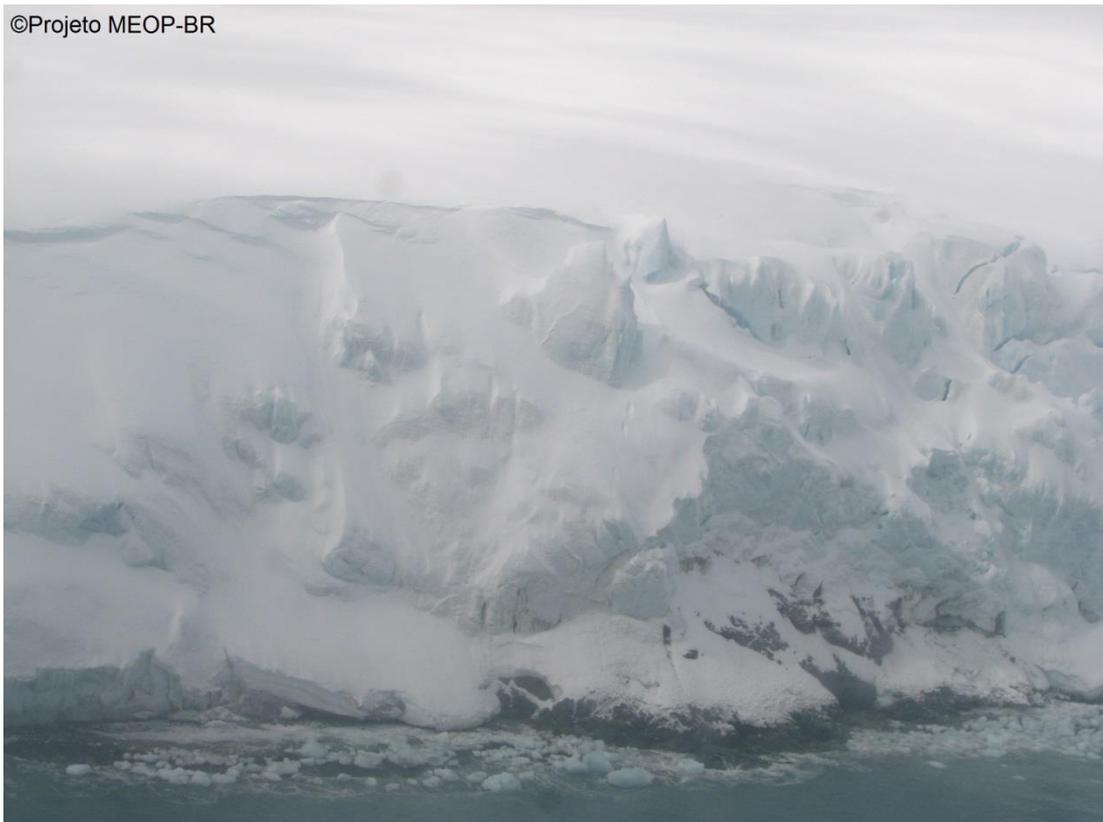


Figura A. 17: Setor de YE com muito gelo no censo de 01/11/2007.

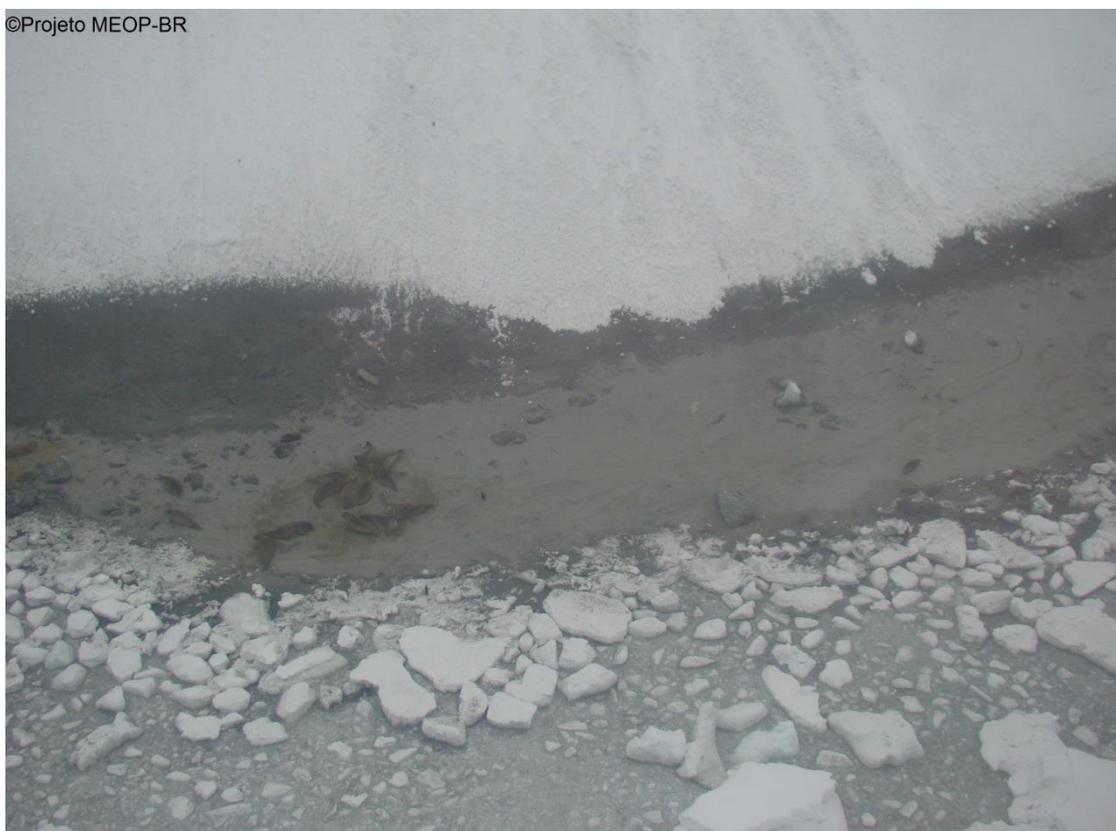


Figura A. 18: Grupo de EMS no setor de YE em censo de 18/01/2009.



Figura A. 19: Praia do setor de LI com indivíduos de EMS em 25/11/2005.

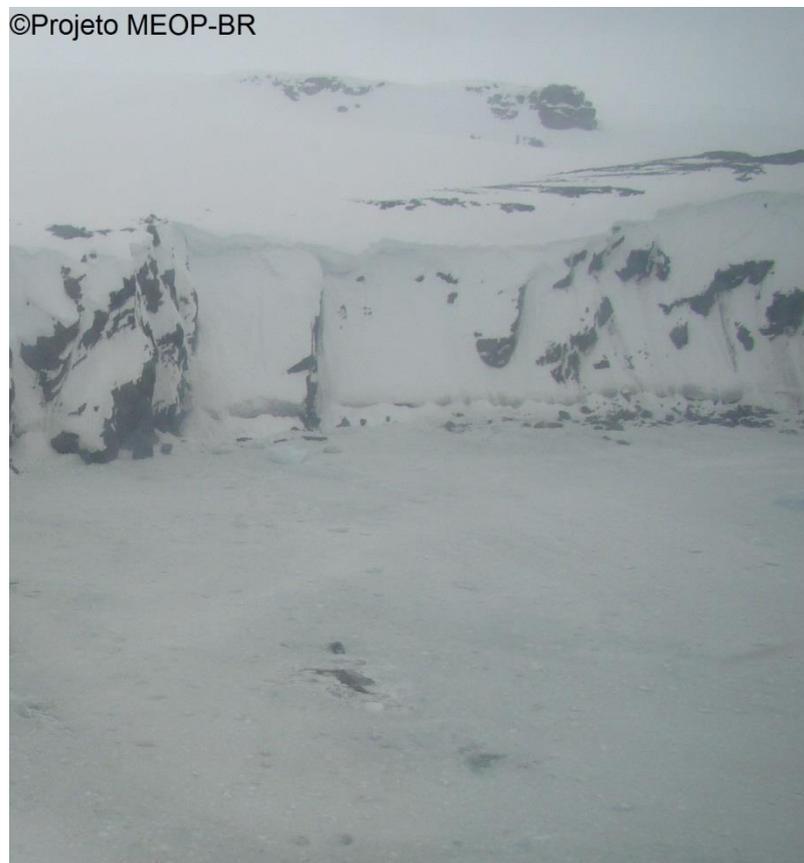


Figura A. 20: Setor de LI com muito gelo no censo de 01/11/2007.