

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA: DIVERSIDADE E MANEJO**  
**DA VIDA SILVESTRE**  
**NÍVEL MESTRADO**

**GABRIELA BANDASZ WERLE**

**ECOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DE *PYGOSCELIS ANTARCTICUS***  
**E *EUDYPTES CHRYSOLOPHUS* EM STINKER POINT - ILHA ELEFANTE**

**SÃO LEOPOLDO**

**2014**

GABRIELA BANDASZ WERLE

**ECOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DE *PYGOSCELIS ANTARCTICUS*  
E *EUDYPTES CHRYSOLOPHUS* EM STINKER POINT - ILHA ELEFANTE**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para a obtenção de título de Mestre, pelo  
Programa de Pós Graduação em Biologia da  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos -  
UNISINOS

Área de Concentração: Diversidade e Manejo da  
Vida Silvestre

Orientadora: Dr<sup>a</sup> Maria Virginia Petry

SÃO LEOPOLDO

2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

W489e Werle, Gabriela Bandasz  
Ecologia populacional e reprodutiva de *Pygoscelis antarcticus* e *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point - Ilha Elefante / Gabriela Bandasz Werle. – 2014.  
49 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Biologia, São Leopoldo, RS, 2014.

“Orientadora: Dra. Maria Virginia Petry”

1. Pinguins. 2. Mapeamento. 3. Número de pares reprodutivos. 4. Filhotes em creche. 5. Sucesso reprodutivo. I. Título.

CDU 598.45  
573

Catologação na fonte:  
Mariana Dornelles Vargas – CRB 10/2145

---

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA**  
**Área de Concentração: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre**

A dissertação intitulada 'Ecologia populacional e reprodutiva de *Pygoscelis antarcticus* e *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point - Ilha Elefante', elaborada por Gabriela Bandasz Werle, foi julgada adequada e aprovada por todos os membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de MESTRE EM BIOLOGIA, com área de concentração: Diversidade e Manejo de Vida Silvestre.

Membros da Banca Examinadora da Dissertação:

  
Profa. Dra. Maria Virgínia Petry, orientadora - Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

  
Profa. Dra. Rosalinda Carmela Montone- Universidade de São Paulo.

  
Profa. Dra. Cristina Stenert- Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

*“Dedico este trabalho a minha filha Rafaella,  
aos meus pais Flavio e Neusa,  
ao meu esposo Cesar  
e a minha irmã Vanessa,  
que são a razão do meu viver”*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço, a força maior existente no universo e que rege todas as coisas, Deus, que tem proporcionado várias alegrias ao longo da minha vida.

A minha filha Rafaella que sem dúvida é a melhor parte de mim e com ela eu tenho aprendido muito sobre a vida, além de ter experimentado, a forma mais linda do amor, um amor incondicional, além de ser a “pinguininha” mais fofa que já conheci, seu sorriso preenche de alegria o meu dia.

Aos meus pais por serem pessoas admiráveis, pelo incentivo de sempre e pelos valores que me passaram que foram e são fundamentais na minha vida. Em especial a minha mãe que cuida da minha “pinguininha” com todo amor, carinho e dedicação enquanto eu me dedico aos meus compromissos profissionais.

A minha irmã Vanessa, por ser minha grande amiga e incentivadora em todas as horas.

Ao meu colega, amigo, companheiro e esposo Cesar Rodrigo dos Santos, por dividir todos os momentos da vida ao meu lado, pelo incentivo, pela troca de ideias, por ter me ensinado a trabalhar no ambiente Antártico e pelo auxílio em campo, para a realização deste trabalho.

A minha orientadora e professora Dra. Maria Virginia Petry, agradeço pela amizade, pelos ensinamentos, pelas oportunidades que tem me concedido ao longo destes anos, e por ter me apresentado a Antártica, este lugar apaixonante e único. E também pelos valores éticos e profissionais que tem me ensinado desde a graduação. Um exemplo de profissional para mim.

Aos meus colegas do laboratório de Ornitologia e Animais Marinhos pela amizade, pelos bons momentos e pela coleta dos dados em campo. Em especial aos colegas Aparecida Brusamarello Basler, Gustavo Aver, Júlia Finger e Ana Lúcia Bezerra pelo auxílio prestado no decorrer do curso.

Aos professores do curso de pós - graduação pelos ensinamentos que foram passados no decorrer destes anos de mestrado.

Aos membros da banca por terem aceito o convite de avaliar o meu trabalho, e pelas contribuições sugeridas.

Aos órgãos que financiaram o meu mestrado e projeto, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Capes/Prosup, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), INCT-APA, Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

## Sumário

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>10</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>12</b>
<b>FIGURA 1. PINGUIM ANTÁRTICO – <i>PYGOSCELIS ANTARCTICUS</i>.</b> .....	<b>13</b>
<b>FIGURA 2. PINGUIM DE PENACHO AMARELO – <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i></b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1: ECOLOGIA POPULACIONAL E REPRODUTIVA DE <i>PYGOSCELIS ANTARCTICUS</i> EM STINKER POINT – ILHA ELEFANTE – ARQUIPÉLAGO DAS SHETLANDS DO SUL.</b> .....	<b>15</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
ÁREA DE ESTUDO .....	19
COLETA DE DADOS .....	19
MAPEAMENTO DAS COLÔNIAS REPRODUTIVAS DE <i>PYGOSCELIS ANTARCTICUS</i> .....	19
ANÁLISE DO SUCESSO REPRODUTIVO .....	19
ANÁLISE DO SUCESSO REPRODUTIVO DE PARES REPRODUTIVOS COM POSTURA TARDIA .....	19
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>22</b>
<b>TABELA 1. ÁREA E PERÍMETRO DAS COLÔNIAS I E II NOS ANOS DE ESTUDO (2009/2010 A 2013/2014).</b> .....	<b>25</b>
<b>TABELA 2. PARES REPRODUTIVOS, FILHOTES EM CRECHE E SUCESSO REPRODUTIVO NAS ESTAÇÕES REPRODUTIVAS DE 2009/2010 A 2012/2013.</b> .....	<b>26</b>
<b>TABELA 3. PARES REPRODUTIVOS, FILHOTES EM CRECHE E SUCESSO REPRODUTIVO DE <i>PYGOSCELIS ANTARCTICUS</i> NO PERÍODO DE 1985/1986 A 1991/1992 EM STINKER POINT, EXTRAÍDO DE PETRY, 1994.</b> .....	<b>27</b>
<b>FIG. 1 – A. LOCALIZAÇÃO DAS ILHAS SHETLANDS DO SUL COM DESTAQUE A ILHA ELEFANTE; B.ILHA ELEFANTE COM DESTAQUE A REGIÃO DE STINKER POINT; C. STINKER POINT. FONTE: LABORATÓRIO DE ORNITOLOGIA E ANIMAIS MARINHOS.</b> .....	<b>28</b>
<b>FIG.2. MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE REPRODUÇÃO DE EM STINKER POINT. A. ÁREAS DE REPRODUÇÃO <i>P.ANTARCTICUS</i> EM STINKER POINT. B COLÔNIA REPRODUTIVA I AO NORTE. C COLÔNIA REPRODUTIVA II AO SUL.</b> .....	<b>29</b>
<b>FIG. 3. RESULTADO DO MONITORAMENTO DE NINHOS DE UM DOS GRUPOS REPRODUTIVOS DA COLÔNIA I DE <i>PYGOSCELIS ANTARCTICUS</i> COM POSTURA TARDIA.</b> .....	<b>30</b>



<b>CAPÍTULO 2: BIOLOGIA POPULACIONAL, REPRODUTIVA E MORFOMETRIA DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> EM STINKER POINT- ILHA ELEFANTE – SHETLANDS DO SUL</b> .....	<b>31</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
ÁREA DE ESTUDO .....	34
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>34</b>
CENSO DO NÚMERO DE PARES REPRODUTIVOS .....	34
CENSO DO NÚMERO DE FILHOTES .....	34
CÁLCULO DO SUCESSO REPRODUTIVO .....	34
MAPEAMENTO DA ÁREA REPRODUTIVA DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> .....	35
ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE ADULTOS DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> .....	35
COLETA DE SANGUE E DETERMINAÇÃO MOLECULAR DA SEXAGEM DE ADULTOS DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> .....	35
ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	35
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>
<b>TABELA 1.</b> NÚMERO DE PARES REPRODUTIVOS, FILHOTES EM CRECHE, E SUCESSO REPRODUTIVO DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> NAS ESTAÇÕES REPRODUTIVAS DE 2009/2010 A 2013/2014, EM STINKER POINT – ILHA ELEFANTE. ....	<b>42</b>
<b>TABELA 2.</b> MÉDIAS DAS MEDIDAS MORFOMÉTRICAS DOS INDIVÍDUOS MACHOS E FÊMEAS DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> AMOSTRADOS EM STINKER POINT, DESVIO PADRÃO (DP), ÍNDICE DE DIMORFISMO (DI%), RESULTADO DO TESTE T E SIGNIFICÂNCIA DO TESTE (P). MEDIDAS SIGNIFICATIVAS EM DESTAQUE .....	<b>43</b>
<b>TABELA 3.</b> NÚMERO DE PARES REPRODUTIVOS, FILHOTES EM CRECHE, E SUCESSO REPRODUTIVO DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> NAS ESTAÇÕES REPRODUTIVAS DE 1985 A 1992, EM STINKER POINT – ILHA ELEFANTE, EXTRAÍDO DE PETRY, 1994. ....	<b>44</b>
<b>TABELA 4.</b> PERCENTUAL DE ACERTO DA DISCRIMINANTE EM ESTUDOS MORFOMÉTRICOS COM PINGUINS DE DIFERENTES ESPÉCIES.....	<b>45</b>
<b>FIG 1.</b> A. LOCALIZAÇÃO DAS ILHAS SHETLANDS DO SUL COM DESTAQUE A ILHA ELEFANTE; B.ILHA ELEFANTE COM DESTAQUE A REGIÃO DE STINKER POINT; C. STINKER POINT. FONTE: LABORATÓRIO DE ORNITOLOGIA E ANIMAIS MARINHOS.....	<b>46</b>
<b>FIG. 2.</b> MEDIDAS MORFOMÉTRICAS(COMPRIIMENTO, ALTURA, LARGURA E PROFUNDIDADE DO BICO E COMPRIIMENTO DAS ALETAS) DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> AVALIADAS NO ESTUDO. ....	<b>47</b>
<b>FIG. 3.</b> MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DA COLÔNIA DE <i>EUDYPTES CHRYSOLOPHUS</i> EM STINKER POINT – ILHA ELEFANTE. ....	<b>48</b>

**FIG. 4.** DISTRIBUIÇÃO DAS FREQUÊNCIAS DOS SCORES RESULTANTES DA ANÁLISE DISCRIMINANTE ENTRE MACHOS E FÊMEAS DE *EUDYPTES CHRYSOLOPHUS* EM STINKER POINT – ILHA ELEFANTE. .... **49**

## INTRODUÇÃO GERAL

A Ilha Elefante caracteriza-se por ser a ilha mais ao norte do arquipélago das Shetlands do Sul e por possuir características climáticas diferenciadas (O'Brien, 1974). Por apresentar áreas livres de gelo, serve como local de reprodução para várias espécies de aves. E com relação a avifauna presente no local, há 14 espécies nidificantes: *Pygoscelis papua*, *Pygoscelis adeliae*, *Pygoscelis antarcticus*, *Eudyptes chrysolophus*, *Aptenodytes patagonicus*, *Macronectes giganteus*, *Daption capense*, *Oceanites oceanicus*, *Fregetta tropica*, *Phalacrocorax atriceps*, *Catharacta antarctica*, *Larus dominicanus*, *Chionis alba*, *Sterna vittata* (Petry, 1994).

A espécie *Pygoscelis antarcticus* (Figura 1) ou pinguim- antártico, como é conhecido popularmente, pertence a ordem Sphenisciformes e a família Spheniscidae, apresenta uma estatura média (71-76 cm), com coloração preta na parte posterior do corpo e branca na anterior, junto ao queixo apresenta uma linha preta, característica desta espécie e possui o bico preto (Willians, 1995). Esta espécie de pinguim apresenta uma distribuição circumpolar, sendo encontrada na Antártica, nas ilhas Sandwich do Sul, ilhas Orkneys, Shetlands do Sul, Georgia do Sul, Bouvet e Balleny (BirdLife International 2012). No entanto, quanto as suas áreas de reprodução esta espécie se reproduz quase que exclusivamente nas ilhas da Scotia e Península Antártica ao sul do paralelo 65C (Stonehouse, 1975; Kooyman, 2002). A dieta de *Pygoscelis antarcticus* constitui como principal item alimentar o Krill, *Euphasia superba*, mas também se alimenta de peixes, cefalópodos e outros crustáceos.

Com relação ao seu ciclo reprodutivo *Pygoscelis antarcticus* se reproduzem no verão austral, e sua reprodução é mais tardia quando comparado aos outros *Pygoscelis*. Com postura geralmente de dois ovos, o período de incubação é de cinco a dez dias, e a espécie apresenta cuidado biparental. Após a eclosão do ovo inicia-se o período de guarda com duração de três a quatro semanas, com os filhotes ainda no ninho machos e fêmeas adultos se revezam entre cuidado e busca de recurso alimentar para os filhotes. A fase seguinte do ciclo reprodutivo é denominada creche, nesta, os filhotes permanecem no grupo reprodutivo ou colônia, mas não mais em seus ninhos. Eles ficam agrupados sob a vigilância de um ou mais adultos enquanto os seus pais retornam ao mar em busca de alimento. Esta conformação ajuda a impedir o ataque de adultos de outras espécies de aves (Le Bohec et al. 2005). Na ilha elefante, em Stinker point, a principal ameaça no que se refere a predadores da espécie são as skuas (*Catharacta antarctica*) e petréis (*Macronectes giganteus*). Após o período de creche já com

cinquenta a sessenta dias de idade, os filhotes não são mais alimentados pelos pais e já estão preparados para entrar no mar e alimentarem-se sozinhos.

O sucesso reprodutivo é definido, segundo a CCAMLR, 2004 (Comissão para Conservação dos Recursos Marinhos Vivos da Antártica) como o número de filhotes criados por par reprodutivo em colônias ou grupos reprodutivos, em determinado local. Este sucesso é influenciado por fatores como condição do adulto, tamanho da colônia, disponibilidade de alimento, predação e condições climáticas. Sendo estes parâmetros relacionados diretamente com implicações do futuro da população.

O pinguim de penacho amarelo, *Eudyptes chrysolophus* (Figura 2), apresenta distribuição circumpolar, nidificando em ilhas subantárticas, na Convergência Antártica, no Atlântico Sul e sul do oceano Índico (Williams, 1995). Caracteriza-se por apresentar o penacho amarelo na cabeça que lhe confere o nome popular. Sua alimentação é composta predominantemente por Krill (Croxall et al. 1988), mas também se alimenta de pequenos peixes e cefalópodes (Williams, 1995). Possui o ciclo reprodutivo semelhante ao *Pygoscelis antarcticus*, com os períodos incubação, guarda, creche e após os filhotes já podem alimentarem-se no mar, o cuidado também é biparental. Um comportamento característico da espécie é realizar a postura de dois ovos com tamanhos diferentes, sendo o menor deles descartado.

Este trabalho é composto por dois capítulos, que foram escritos na forma de artigos científicos para posterior submissão, e seguem as normas do periódico “Polar Biology”. O primeiro capítulo é intitulado: “Ecologia populacional e reprodutiva de *Pygoscelis antarcticus* em Stinker Point- Ilha Elefante”, e apresenta como objetivos principais mapear das áreas reprodutivas de *Pygoscelis antarcticus* no local de estudo, avaliar o número de pares reprodutivos da espécie entre as estações reprodutivas de 2009/2010 a 2013/2014, bem como calcular o sucesso reprodutivo para este período. O segundo capítulo: “Biologia populacional, reprodutiva e morfometria de *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point – ilha Elefante” tem por objetivos mapear a área reprodutiva desta espécie, avaliar o número de pares reprodutivos, calcular o sucesso reprodutivo e avaliar a existência de dimorfismo de tamanho para a espécie, através da morfometria e sexagem molecular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**BIRDLIFE INTERNATIONAL** 2012. *Pygoscelis antarcticus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 03 October 2014.

CROXALL, J.P., DAVIS R.W., O'CONNELL, M. Diving patterns in relation to diet of Gentoo and Macaroni penguins at South Georgia. **The Condor**, v.90, p.157-167, 1988.

CCAMLR (2004) **Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources**. Tasmania, Australia. <http://www.ccamlr.org>. Acessado 4 Outubro 2014

KOYMAN, G.L. Evolutionary e ecological aspects of some Antarctic e sub Antarctic penguins distributions. **Oecologia**, v.130, p. 485-495, 2002

LE BOHEC, C., GAUTHIER-CLERC, M., LE MAHO, Y. The adaptive significance of creches in the king penguin. **Animal Behaviour**, v.70, p. 527–538, 2005

O'BRIEN, R.M.G. Metereological observations on Elephant Island. **British Antarctic Survey Bulletin**, v.39p.21-33, 1974

STONEHOUSE, B. The biology of penguins. London, University Park Press. 1975. 555pp

WILLIAMS, T.D. The Penguins. Oxford: University press. 1995.



**Figura 1.** Pinguim antártico – *Pygoscelis antarcticus*. Foto: Cesar Santos



**Figura 2.** Pinguim de penacho amarelo – *Eudyptes chrysolophus*.Foto: Cesar Santos

## **Ecologia populacional e reprodutiva de *Pygoscelis antarcticus* em Stinker Point – Ilha Elefante – Arquipélago das Shetlands do Sul.**

**Resumo.** Variações das populações de espécies predadoras de topo, como os pinguins podem fornecer indicativos de qualidade ambiental. Por serem os pinguins considerados sentinelas do ambiente marinho, através de estudos e observação dos mesmos torna-se possível traçar um panorama sobre a natureza e as mudanças que ocorrem nos oceanos do Sul. Foi realizado o censo do número de pares reprodutivos, filhotes em creche e calculado o sucesso reprodutivo da espécie *Pygoscelis antarcticus*, em Stinker Point, Ilha Elefante nas estações reprodutivas de 2009/2010 a 2013/2014. As colônias reprodutivas de *P. antarcticus* foram mapeadas nestes períodos. Também foi avaliado o sucesso reprodutivo em 20 ninhos de adultos reprodutores que realizaram postura tardia em um dos grupos reprodutivos. Os resultados encontrados mostram uma flutuação na população reprodutiva de Stinker Point, com uma redução de 59,3% nos pares reprodutivos da espécie, quando comparados com o último estudo realizado no local. O sucesso reprodutivo médio para o período avaliado foi de 0,91. Apenas um par reprodutivo que realizou postura tardia obteve sucesso, criando um filhote até a fase de creche. Os resultados encontrados neste estudo corroboram com outros estudos realizados nas Shetlands do Sul, que mostram uma redução do número de pares reprodutivos de *P. antarcticus* para esta região nas últimas décadas, quando comparado com estudos pretéritos.

**Palavras chave:** Mapeamento. Número de pares reprodutivos. Filhotes em creche. Sucesso reprodutivo.



**Abstract.** Through variations on top-predator species' populations it is possible to provide environmental quality index. Penguins are top-predator species considered sentinel of the marine environment. Thus, surveying populations of southern penguins' species enables researchers to create a panorama of changes occurring in the Southern Ocean. In this study census of breeding pairs and crèche-stage chicks of Chinstrap Penguins (*Pygoscelis antarcticus*) were carried out at Stinker Point, Elephant Island over two breeding seasons in 2009/2010 and 2013/2014 and breeding success was later calculated. Breeding success of one exclusive breeding group with twenty late breeders was also evaluated. Colony mapping was conducted in both surveys. A fluctuation in the number of breeding pairs of Chinstrap Penguins was found. A comparison with previous surveys performed at the same study area showed a reduction of 59.3% of the total number of pairs. Mean breeding success was 0.91. Only one late breeder achieved breeding success. The couple managed to raise the chick until the crèche-stage. These results corroborate other recent surveys performed at the South Shetland Islands, which also show a decrease in the number of Chinstrap Pairs in the last decades when compared to previous studies.

**Keywords.** Breeding success. Breeding pairs. Mapping. Crèche-stage chicks

## Introdução

A detecção de variações das populações de espécies predadoras de topo, como os pinguins podem fornecer indicativos da qualidade ambiental (Croxall et al. 2002). De maneira geral, os pinguins podem ser considerados sentinelas dos ambientes marinhos e através de estudos e observação dos mesmos torna-se possível traçar um panorama sobre a natureza e as mudanças que ocorrem nos oceanos do Sul. E desta forma podem ser fornecidos padrões regionais de produtividade dos oceanos bem como indicativos de variações climáticas a longo prazo (Boersma 2008).

A espécie *Pygoscelis antarcticus* apresenta distribuição circumpolar, e se reproduz quase que exclusivamente na Península Antártica e no mar de Scotia, nas ilhas Shetlands do Sul, Orkneys do Sul, Sandwichs do Sul e Bouvet (Willians 1995). A população mundial da espécie está estimada em oito milhões de indivíduos e o seu status de conservação é pouco preocupante (Birdlife Internacional 2012). Para ilha Elefante o primeiro censo da população desta espécie foi realizado por (Furse e Bruce 1972). No entanto, alguns pesquisadores registraram o declínio populacional desta espécie ao longo dos anos (Sander et al. 2007; Trivelpiece et al. 2011; Barbosa et al. 2012; Korczak-Abshire et al. 2012). A avaliação do sucesso reprodutivo é uma ferramenta capaz de fornecer respostas para o entendimento de variações do número de pares reprodutivos. Para pinguins do gênero *Pygoscelis* o sucesso reprodutivo pode ser influenciado por diversos fatores. Entre estes fatores podem ser destacados: disponibilidade de alimento, tamanho da colônia, posição na colônia (pares reprodutores centrais ou periféricos), manutenção do ninho, predação, tamanho do corpo dos adultos reprodutores, tamanho dos ovos, alterações climáticas e interferências antrópicas.

Esta espécie prefere estabelecer as colônias maiores em platôs mais elevados e levemente inclinados, como uma distância entre ninhos de cerca de 80 cm (Petry 1994). A manutenção do ninho também é uma estratégia de *P. antarcticus*, que melhora a qualidade do ninho gerando um aumento do sucesso reprodutivo e muitas vezes pode estar relacionada ao sucesso no roubo de pedras dos ninhos vizinhos de uma mesma colônia (Barbosa et al. 1997).

A alimentação de *P. antarcticus*, assim como a dieta de outras espécies de pinguins na Antártica é baseada quase que exclusivamente em krill-antártico (*Euphausia superba*), uma redução drástica da população desta presa pode resultar em níveis insuficientes de alimento para os filhotes comprometendo o sucesso da reprodução dos pinguins (Linnes e Croxall 2004). Portanto, a alimentação é um fator determinante no sucesso reprodutivo e a quantidade de alimento fornecido pelos pais pode limitar o crescimento e a sobrevivência da ninhada (Boersma 1991; Moreno et al. 1994). Uma boa nutrição dos filhotes conduz a um bom desenvolvimento dos mesmos consequentemente uma maior probabilidade de sucesso na reprodução para os pais.

Para *P. antarcticus* a alimentação dos filhotes é realizada através do regurgito dos pais, e a quantidade de alimento tende a aumentar com a idade dos filhotes até o período de creche e chegando nesta fase tende a se manter mais constante (Williams 1995). A regulação da alimentação dos filhotes em aves marinhas adultas pode ser feita através da frequência de visitas ao ninho ou através da quantidade de alimento fornecido (Croxall e Davis 1990). Em um estudo realizado por Barbosa et. al (1997b) foi verificado que de quatro variáveis analisadas, apenas o comprimento da aleta teve uma relação significativa com o tamanho da refeição. E os

resultados encontrados sugerem que indivíduos maiores (estimados pelo comprimento da aleta) trazem maior quantidade de alimentos para os filhotes a cada visita do que os menores. Pelo grande custo energético despendido por esta espécie durante o forrageio (Barbosa et al. 1997b; Sanz 1996), indivíduos maiores apresentam vantagem sobre os indivíduos menores com relação a este aspecto. O tamanho do ovo, também pode ser um indicativo de cuidado parental e aumento do sucesso reprodutivo, explicando em 20% a variação da massa corporal dos filhotes que eclodem de ovos maiores (Belliere et al. 1999) e aumentando a sobrevivência.

As alterações climáticas constituem mais um fator de forte influência no sucesso reprodutivo devido as consequências ecológicas e biológicas resultantes de tais variações afetando a distribuição das espécies, fisiologia, ciclos, composição, interações das comunidades e também a estrutura e dinâmica de ecossistemas (Walter et al. 2002). As regiões polares caracterizam-se por serem áreas em que tais variações climáticas são intensas, em especial a Antártica, onde foi observado aumento de temperatura e extensivo derretimento de geleiras (Murphy 1995; Smith 1999; Vaughan 2001). As aves que utilizam áreas da Antártica para reprodução são sensíveis a tais alterações climáticas que estão sendo constatadas. Por exemplo, para algumas espécies de aves, foi observado atraso na chegada dos grupos reprodutivos e conseqüentemente a postura de ovos tem ocorrido mais tarde (Barbraud e Weimerskirch 2006). Além disto, temperaturas muito baixas podem levar ao acúmulo de neve reduzindo as áreas destinadas à reprodução ou dependendo do período pode ocorrer inundação dos ninhos com a água do degelo, influenciando, desta forma, negativamente no sucesso reprodutivo da espécie. E também as oscilações climáticas podem estar diretamente relacionadas a disponibilidade de presas para alimentação dos pinguins (Trivelpiece 2011).

A posição na colônia também apresenta grande influência no sucesso reprodutivo de aves coloniais, indivíduos adultos experientes constroem seus ninhos na região central da colônia enquanto os indivíduos mais jovens e inexperientes tendem a construir seus ninhos na periferia, ficando mais suscetíveis a ataques de predadores, por exemplo. Em Stinker Point, ilha Elefante, a maioria da predação de ovos de *P. antarcticus* é efetuada pela skua *Catharacta antarctica*, ave predadora de topo que se alimenta de ovos e filhotes de pinguim, petréis, skuas bem como de placentas de focas e de elefantes-marinheiros durante o seu período reprodutivo (Renhardt et al. 2000; Anderson et al. 2009; Philips et al. 2004).

Com relação às atividades humanas nas proximidades das áreas de reprodução das aves, estas podem ter uma percepção de ameaça, e humanos podem ser considerados “pseudopredadores”. Ou seja, perturbações causadas por humanos podem ter efeitos similares aos riscos de predação causados por animais (Frid e Dill 2002; Beale e Monaghan 2004). A aproximação de humanos aos ninhos de pinguins, bem como o desenvolvimento de atividades, mesmo que científicas provoca uma reação de defesa por parte dos adultos reprodutores que estão presentes nos ninhos e ou deslocamento do indivíduo. Quando ocorre o deslocamento do indivíduo do ninho, os ovos ou os filhotes acabam ficando desprotegidos, tornando-se mais suscetíveis ao ataque de predadores. Este estudo tem como objetivos: 1) Mapear as áreas reprodutivas da espécie de *P. antarcticus* em Stinker Point, e calcular a área e o perímetro ocupado por cada uma das colônias, comparando as áreas totais da colônia nos últimos anos; 2) calcular o número de pares reprodutivos e o sucesso reprodutivo da espécie por par para estações reprodutivas amostradas.

## **Material e Métodos**

### **Área de estudo**

O estudo será realizado em Stinker Point (61°07'31"S, 55°19'26"W), na Ilha Elefante, no Arquipélago das Shetlands do Sul – Antártica (Fig.1), a área caracteriza-se por ser a ilha mais ao norte deste arquipélago. A região de Stinker Point por ser desprovida de gelo, serve como local de nidificação para 13 espécies de aves (Petry 1994), entre elas *P. antarcticus* com um total de duas colônias e oito grupos reprodutivos em Stinker Point.

### **Coleta de dados**

#### **Mapeamento das colônias reprodutivas de *Pygoscelis antarcticus***

As colônias reprodutivas bem como os grupos reprodutivos de *P. antarcticus* no local de estudo foram georeferenciados com o auxílio de um GPS (Garmin – GPSMAP60). Posteriormente os dados coletados foram tratados no programa ArcGis 10 para a confecção do mapa com a área de reprodução da espécie. Foram calculados o perímetro e a área das colônias reprodutivas. São considerados como grupos reprodutivos grupos que apresentem distâncias de até 50 metros entre si, e colônias reprodutivas quando apresentam distâncias de até 500 metros (CCAMLR 2004).

#### **Análise do Sucesso Reprodutivo**

Para a avaliação do sucesso reprodutivo foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Número de pares reprodutivos;
- Número de filhotes criados até a fase de creche;

A análise do sucesso reprodutivo foi realizada considerando – se o número de pares de todos grupos reprodutivos existentes em Stinker Point, bem como o número de filhotes que chegaram até a fase de creche em cada ano. Para a realização do censo do número de pares em reprodução, três observadores realizaram contagem direta do número de ninhos, a fim de obter o número de pares, sendo que a diferença de contagem entre os observadores não excedeu 10 % de acordo com a metodologia indicada pela CCAMLR (2004). O número de adultos reprodutores foi calculado a partir da média das contagens obtidas. A mesma metodologia foi adotada para a contagem do número de filhotes em creche. Sendo que o sucesso reprodutivo foi calculado através da razão entre o número de filhotes em creche e o número de pares reprodutivos. A coleta de dados foi realizada na estação reprodutiva (verão austral) nos anos de 2009/2010 até 2013/2014.

#### **Análise do Sucesso Reprodutivo de pares reprodutivos com postura tardia**

Foi realizado o acompanhamento dos pares reprodutivos que atrasaram sua postura, ou que realizaram a segunda postura de ovos por não terem obtido sucesso reprodutivo na primeira, em um dos grupos reprodutivos de Stinker Point. Os ninhos foram marcados com auxílio de uma estaca e acompanhados a cada dois dias. O monitoramento destes ninhos foi realizado até os filhotes chegarem a fase de creche.

## Resultados

A população de *P. antarcticus* nidifica na área de Stinker Point em duas colônias, uma delas composta por três grupos reprodutivos e a outra por cinco grupos reprodutivos. O maior grupo reprodutivo de Stinker Point está localizado na região sul e fica em um platô com altitude de 50 a 75 m acima do nível do mar. No período do presente estudo ocorreu uma variação no número de pares reprodutivos, bem como na área e no perímetro de cada grupo reprodutivo entre (Tabela 1). Na estação reprodutiva 2009/2010 obteve-se menor número de pares reprodutivos, menor área e perímetro enquanto que o período 2012/2013 apresentou o maior perímetro e área para as Colônias I e II.

O sucesso reprodutivo por par de *P. antarcticus* foi maior nos períodos de 2009/2010 e 2013/2014 em relação aos outros períodos avaliados, o número de filhotes que conseguiram chegar a fase de creche foi aproximadamente 1 filhote por par. Embora o período 2009/2010 tenha apresentado um menor número de pares reprodutivos quando comparado aos outros anos. O período de 2012/2013 foi o que teve o menor sucesso, mesmo apresentando um maior número de pares reprodutivos, menos filhotes chegaram a fase de creche. Os resultados de cada período amostrado estão expostos na Tabela 2. Com relação aos pares reprodutivos que fizeram postura tardia dos 20 pares monitorados, apenas 1 par reprodutivo manteve seu ovo até a eclosão do filhote e alcançou sucesso reprodutivo (1 filhote criado até a fase de creche). A maior parte dos ovos não foram encontrados no ninho durante o monitoramento, um foi abandonado e três ovos foram encontrados gorados (Fig. 3).

## Discussão

A espécie *P. antarcticus* é a espécie de pinguim mais abundante em Stinker Point, o número de pares reprodutivos da espécie apresentou pequenas variações ao longo das últimas três estações reprodutivas do estudo. O menor número de pares reprodutivos foi registrado no ano 2009/2010, que apresentou condições climáticas atípicas, com grande volume de precipitação e acúmulo de neve, reduzindo assim as áreas livres de gelo destinadas a reprodução. Embora este ano tenha apresentado menor número de pares reprodutivos, foi ano em que a espécie obteve o maior sucesso reprodutivo, 1,05 filhotes por par, o que sugere que mesmo em menor quantidade os pares reprodutivos que se estabeleceram nas áreas livres de gelo, conseguiram completar seu ciclo reprodutivo com êxito neste ano, superando as dificuldades impostas pelas condições climáticas. Este também foi o ano em que as colônias reprodutivas apresentaram as menores dimensões de área e perímetro (Tabela 1). Ainda com relação ao número de pares reprodutivos, quando comparada a abundância de pares reprodutivos presentes na estação reprodutiva 2013/2014 com a abundância avaliada por Petry (1994) no ano de 1991/1992 (Tabela 3) observa-se um decréscimo de 59,8 % dos pares reprodutivos em Stinker Point. E considerando a estação reprodutiva de 1988/89 (Tabela 3) a diminuição do número de pares reprodutivos é de 63,3%. Considerando o sucesso reprodutivo médio de *P. antarcticus* no presente estudo, 0,9 filhotes por par, com o encontrado por Petry (1994) em 1991/1992, 1,2 filhotes por par, observa-se uma redução de 2,5 % no sucesso. O primeiro censo foi realizado no local por Furse e Bruce (1972) e o número de pares reprodutivos foi muito próximo aos encontrado por Petry (1994), 12.455 pares.

Para *P. antarcticus* o decréscimo do número de pares reprodutivos já foi identificado em outros locais na Antártica. Para ilha Pinguim Sander et al. (2007) observaram um decréscimo de 66% na população reprodutiva de *P. antarcticus* considerando as estações reprodutivas de 1979/80 a 2003/2004. Para Rei George um decréscimo de 84% foi observado por Korczak-Abshire et al. (2012), nos períodos de 1978 a 2009. Na ilha Deception, na colônia de Vapour Col, Barbosa et al. (2012) verificaram um redução de 36% na população reprodutiva desta espécie entre os anos de 1991 a 2008. E assim como no presente estudo não observaram uma tendência de diminuição no sucesso reprodutivo da espécie que acompanhe ou que se relacione diretamente a diminuição do número de pares reprodutivos.

Alguns autores propõem que esta diminuição no número de pares reprodutivos de pinguins esteja diretamente relacionada com a redução do estoque de Krill antártico (*E. superba*) (Forcada et al. 2006; Hinke et al. 2007; Sander et al. 2007; Trivelpiece et al. 2011). Esta redução do Krill antártico é uma consequência das variações climáticas e seus efeitos nos ecossistemas, que reduzem as banquisas de gelo de gelo no mar onde estão os estoques desta presa (Trivelpiece et al. 2011). A pouca oferta de alimento durante o inverno pode implicar, por exemplo, em uma baixa qualidade dos adultos reprodutivos para a reprodução no verão diminuindo o sucesso reprodutivo. E, no presente estudo foi encontrada uma diminuição de 25% no valor do sucesso reprodutivo, entre os períodos deste estudo em relação ao estudo de Petry (1994). A espécie *P. antarcticus* por se alimentar predominantemente desta presa tende a ser mais impactada neste sentido, do que espécies mais generalistas como *P. papua* que além do Krill se alimenta de peixes e outros cefalópodes. Ainda com relação as variações climáticas, cada vez mais trabalhos vem sendo desenvolvidos com o objetivo de relacionar os efeitos das mesmas sobre predadores de topo como os pinguins (Croxall et al. 2002; Barbraud e Weimerskirch 2006; Baylis et al. 2012) e além do efeito já comentado sobre o Krill, as mudanças também podem modificar a cronologia da aves da Antártica para reprodução, atrasando sua chegada para reprodução (Barbraud e Weimerskirch 2006). No monitoramento com os 20 pares reprodutivos que fizeram a postura tardia, observamos um baixo sucesso reprodutivo, com uma possível alta taxa de predação pela maior parte dos ninhos monitorados estarem vazios. A pressão de predação também é um fator que pode diminuir o sucesso reprodutivo da espécie e em Stinker Point, as skuas e os petréis são os predadores de *P. antarcticus* em terra, e no local existem áreas reprodutivas destas duas espécies de predadores bem próximas ao grupo reprodutivo de *P. antarcticus* que foi monitorado.

De maneira geral, a flutuação populacional que foi avaliada em Stinker Point, corrobora com estudos que mostram a diminuição de pares reprodutivos de *P. antarcticus* nas Shetlands do Sul (Barbosa et al. 2012) ao longo do anos. As mudanças climáticas podem ser um fator determinante de tal flutuação nas colônias reprodutivas desta espécie em Stinker Point, principalmente por comprometerem a produtividade de Krill na região, devido a redução das banquisas de gelo. É importante salientar que da década de noventa o tamanho da refeição que os adultos traziam para alimentar seus filhotes, em Stinker Point, era de aproximadamente um quilo, e atualmente este valor foi reduzido para a metade (Comunicação pessoal Petry 2014). Ainda com relação a dieta, Valls (2013) verificou em seu estudo um indivíduo da espécie que forrageou a uma distância de 2.460 Km da sua colônia de reprodução, distância inesperada para o período de reprodução. Tais observações sugerem uma redução do principal item alimentar desta presa nas proximidades da ilha. Estudos que avaliem o efeito das

mudanças climáticas sobre a população desta espécie são necessários, a fim de se traçar as tendências da população de *P. antarcticus* diante das modificações que estão ocorrendo no clima.

## Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), que recebe apoio científico e financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq processo: nº 574018/2008-5) e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ processo: nº 26/170.023/2008). Os autores também agradecem o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisnos).

## Referências

- Anderson ORJ, Phillips RA, Shore RF, McGill RAR, Mc Donald RA, Bearhope S (2009) Diet, individual specialization and breeding of Brow Skuas (*Catharacta antarctica lonnbergi*) an investigation using stable isotopes. *Polar Biol* 32:27-33
- Barbosa A, Moreno J, Potti J, Merino S (1997a) Breeding group size, nest position and breeding success in the Chinstrap Penguin. *Polar Biol* 18:410–414
- Barbosa A, Moreno J, Potti J, Merino S (1997b) The effects of hatching date and parental quality on chick growth and creching age in the chinstrap penguin (*Pygoscelis antarctica*): a field experiment. *The Auk* 114(1):47-54
- Belliure J, Carrascal MLM, Minguéz E, Ferrer M (1999) Limited effects of egg size on chick growth in the chinstrap Penguin *Pygoscelis antarcticus*. *Polar Biol* 21:80-83
- Beale CM, Monaghan P (2004) Human disturbance: people as predation-free predators? *J Appl Ecol* 41:335-343
- BirdLife International 2012. *Pygoscelis antarcticus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <http://www.iucnredlist.org>. Acessado 12 Outubro 2014
- Boersma PD (1991) Asynchronous hatching and food allocation in the magellanic Penguin *Spheniscus magellanicus*. *Acta XX Congres Int Ornithol* 961-973
- Baylis AMM, Alainf M, Zuur AF, Brickle P, Pistorious PA (2012) Climate as a driver of population variability inbreeding Gentoo Penguins *Pygoscelis papua* at the Falkland Islands. *Ibis* 154:30-41
- Barbraud C, Weimerskirch H (2006) Antarctic birds breed later in response to climate change. *PNAS* 103(16):6248 – 6251
- CCAMLR (2004) Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources. Tasmania, Australia. <http://www.ccamlr.org>. Acessado 4 Outubro 2014

- Croxall JP, Davis RW (1990) Metabolic rate and foraging behavior of *Pygoscelis* and *Eudyptes* penguins at sea. In: Davis LS, Darby JT (eds) Penguin biology. Academic Press. New York, pp207–229
- Croxall JP, Trathan PN, Murphy EJ (2002) Environmental change and Antarctic seabird populations. *Sci* 297:1510–1514
- Frid A, Dill LM (2002) Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conserv Ecol* <http://consecol.org/vol6/iss1/art11>. Acessado 12 Outubro 2014
- Forcada J, Trathan PN, Reid K, Murphy EJ, Croxall JP (2006) Contrasting population changes in sympatric penguin species in association with climate warming. *Glob Change Biol* 12:411–423
- Furse JR, Bruce G (1972) Ornithology Report. In: Burley MK (ed) Joint service expedition: Elephant Island, 1970-1971, Annex F. Ministry of Defense, London, pp F1–F11
- Hinke JT, Salwicka K, Trivelpiece SG, Watters GM, Trivelpiece WZ (2007) Divergent responses in *Pygoscelis* penguins reveal a common environmental driver. *Oecologia* 153:845–855
- Korczak-Abshire M, Chwedorzewska KJ, Wasowicz P, Bednarek PT (2012) Genetic structure of declining chinstrap penguin (*Pygoscelis antarcticus*) populations from South Shetland Islands (Antarctica). *Polar Biol* DOI 10.1007/s00300-012-1210-7
- Lynnes AS, Reid K, Croxall JP (2004) Diet and reproductive success of Adélie and chinstrap penguins: linking response of predators to prey population dynamics. *Polar Biol* 27:544-554
- Moreno J, Bustamante J, Viñuela J (1995) Nest maintenance and Stone theft in the Chinstrap penguin (*Pygoscelis antarcticus*) 1. Sex roles and effects on fitness. *Polar Biol* 15:533-540
- Moreno J, Carrascal LM, Sanz JJ, Amat JA, Cuervo JJ (1994) Hatching asynchrony, sibling hierarchies and brood reduction in the Chinstrap penguin *Pygoscelis antarctica*. *Polar Biol* 14:21-30
- Moreno E, Moreno J, León A (1999) The effect of nest size on stone-gathering behavior in the chinstrap penguin. *Polar Biol* 22:90-92
- Murphy EJ, Clarke A, Symon C, Priddle J (1995) Temporal variation in Antarctic sea-ice: analysis of a long term fast-ice record from the South Orkney Islands. *Deep Sea Res* 42:1045–1062
- Petry MV (1994) Distribuição especial e aspectos populacionais da avifauna de Stinker Point – Ilha Elefante – Shetland do Sul – Antártica. Dissertação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
- Phillips RA, Phalon B, Foster IP (2004) Diet and long-term changes in population size and productivity of Brown Skuas *Catharacta antarctica lonnbergi* at Bird Island, South Georgia. *Polar Biol* 27:555-561
- Reinhardt K, Hahn S, Peter HU, Wemhoff H (2000) A review of the diets of Southern Hemisphere Skuas. *Mar Ornithol* 28:7-19



Sander M, Balbão TC, Costa ES, Santos CR dos, Petry MV (2007) Decline of the breeding population of *Pygoscelis antarctica* and *Pygoscelis adeliae* on Penguin Island, South Shetland, Antarctica. Polar Biol DOI 10.1007/s00300-006-0218-2

Smith RC, Ainley D, Baker K, Domack E, Emslie S, Fraser B, Kennett J, Leventer A, Mosley-Thompson E, Stammerjohn S and Vernet M (1999) Marine ecosystem sensitivity to climate change. Bio Sci 49:393–404

Trivelpiece WZ, Hinke JT, Miller AK, Reiss CS, Trivelpiece SG, Watters GM (2011) Variability in krill biomass links harvesting and climate warming to penguin population changes in Antarctica. PNAS 108:7625–7628

Valls FCL (2013) Ecologia alimentar de Sphenicidae na ilha Elefante, Antártica. Dissertação. Universidade do Vale Do Rio dos Sinos

Vaughan DG, Marshall GJ, Connolley WM, King JC, Mulvaney R (2001) Perspectives: climate change. Devil in the detail. Sci 293:1777–1779

Walther GR, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee TJC, Fromentin JM, Hoegh-Guldberg O & Bairlein F (2002) Ecological responses to recent climate change. Nat 416:389–395

Williams TD (1995) The penguins. Oxford University Press

**Tabela 1.** Área e perímetro das colônias I e II nos anos de estudo (2009/2010 a 2013/2014).

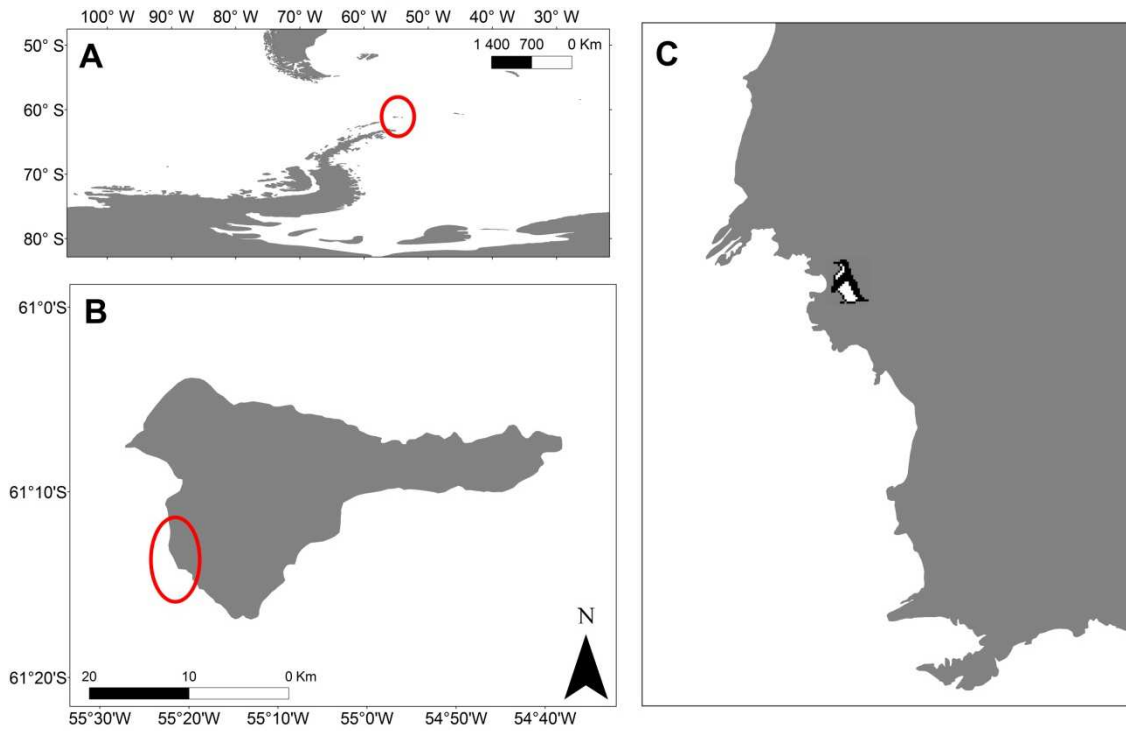
Estações Reprodutivas	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Colônia
2009/2010	50,96	67,44	Colônia I
2009/2010	843,92	2727,70	Colônia II
2010/2011	129,50	267,61	Colônia I
2010/2011	911,41	3893,48	Colônia II
2011/2012	89,79	210,75	Colônia I
2011/2012	878,80	2736,08	Colônia II
2012/2013	193,12	604,49	Colônia I
2012/2013	2076,69	11579,09	Colônia II
2013/2014	148,62	355,10	Colônia I
2013/2014	1860,74	6899,56	Colônia II

**Tabela 2.** Pares reprodutivos, filhotes em creche e sucesso reprodutivo nas estações reprodutivas de 2009/2010 a 2012/2013.

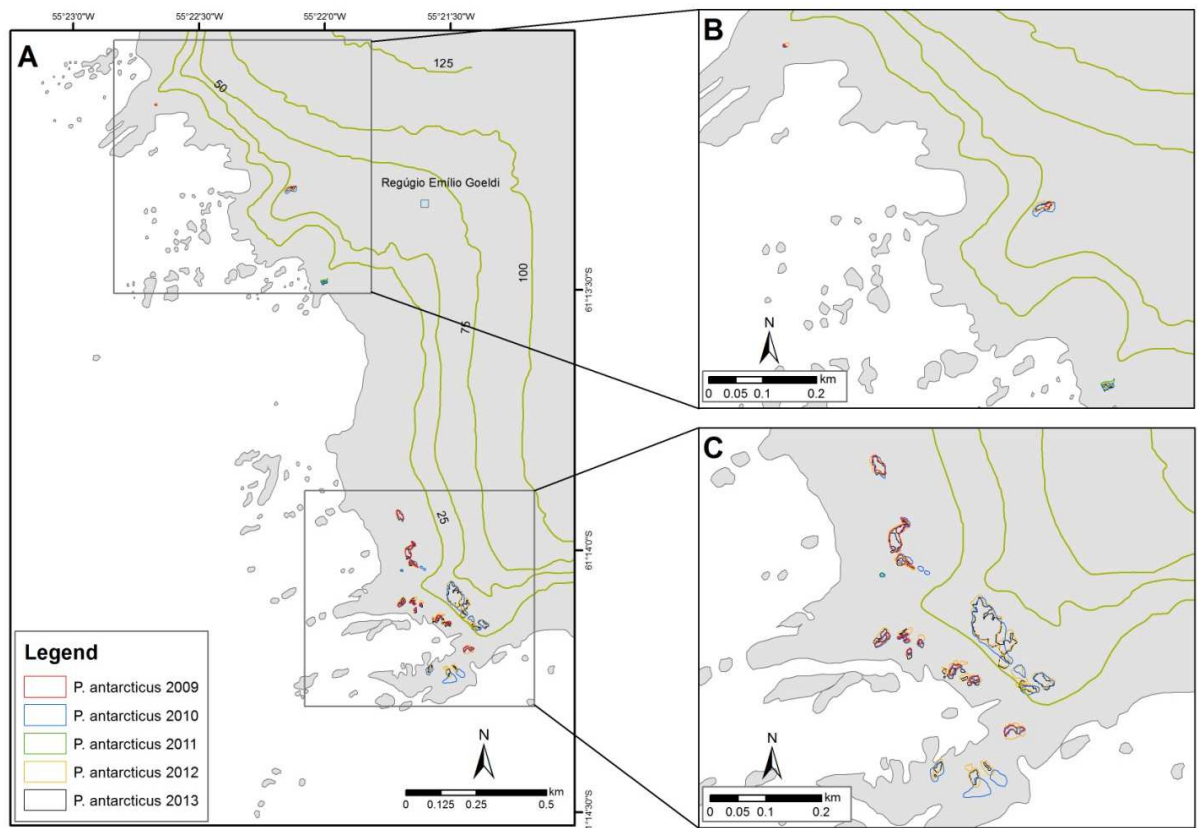
Estações Reprodutivas	Pares Reprodutivos	Filhotes em creche	Sucesso Reprodutivo
2009/2010	3974	4165	1,05
2010/2011	5250	4857	0,93
2011/2012	5279	4196	0,79
2012/2013	5442	4149	0,76
2013/2014	4910	5061	1,03

**Tabela 3.** Pares reprodutivos, filhotes em creche e sucesso reprodutivo de *Pygoscelis antarcticus* no período de 1985/1986 a 1991/1992 em Stinker Point, extraído de Petry, 1994.

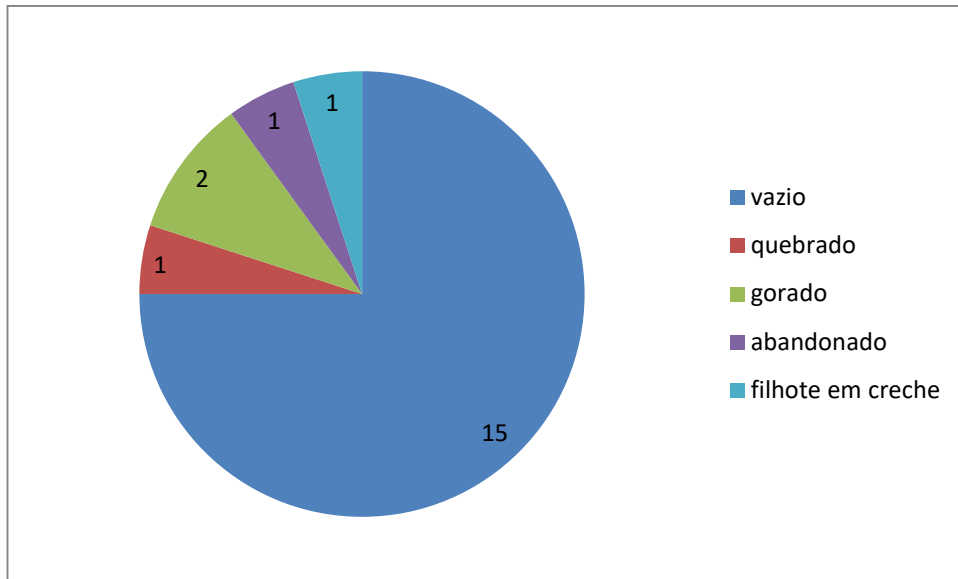
Anos	1985/1986	1986/1987	1987/1988	1988/89	1989/1990	1991/1992
Pares Reprodutivos	13.000	12.200	11.969	13.383	12.600	12.218
Filhotes em creche	15.600	11.741	14.123	15.377	15.121	14.767
Sucesso reprodutivo	1,2	1,04	1,18	1,15	1,2	1.2



**Fig. 1** – A. Localização das Ilhas Shetlands do Sul com destaque a Ilha Elefante; B. Ilha Elefante com destaque a região de Stinker Point; C. Stinker Point. Fonte: Laboratório de Ornitologia e Animais Marinhos.



**Fig.2.** Mapeamento das áreas de reprodução de em Stinker Point. A. Áreas de reprodução *P.antarcticus* em Stinker point. B Colônia reprodutiva I ao norte. C Colônia reprodutiva II ao Sul.



**Fig. 3.** Resultado do monitoramento de ninhos de um dos grupos reprodutivos da colônia I de *Pygoscelis antarcticus* com postura tardia.

## **Biologia populacional, reprodutiva e morfometria de *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point- Ilha Elefante – Shetlands do Sul**

**Resumo.** A direção das populações são determinadas por vários processos demográficos complexos e dinâmicos que exercem influência na velocidade com que tais populações irão diminuir ou aumentar. O acompanhamento a do número de pares reprodutivos, através de censos, bem como a análise do sucesso reprodutivo da mesma, é de extrema importância para avaliação da trajetória das populações. Foi realizado o censo do número de pares reprodutivos, filhotes em creche e calculado o sucesso reprodutivo da espécie *Eudyptes chrysolophus*, em Stinker Point, Ilha Elefante nas estações reprodutivas de 2009/2010 a 2013/2014. A colônia reprodutiva de *E. chrysolophus* foi mapeada nestes períodos. Também foi realizada uma análise morfométrica em machos e fêmeas adultos desta espécie, para avaliar um possível dimorfismo sexual de tamanho da espécie no local de estudo, considerando as medidas de comprimento, altura, largura e profundidade do bico e aletas direita e esquerda. Além da análise morfométrica foi realizada a sexagem molecular dos indivíduos amostrados. Através de um teste t verificou-se quais variáveis morfométricas apresentaram diferença significativa entre machos e fêmeas. A análise discriminante identificou a variável que melhor classificou os dois sexos. Os resultados do presente estudo relativos aos censos realizados mostram uma flutuação na população reprodutiva de Stinker Point, com uma redução de 76,05% nos pares reprodutivos da espécie, quando comparados com os últimos estudos realizados no local. O sucesso reprodutivo médio para o período avaliado foi de 0,37. Com relação a análise morfométrica, a variável comprimento do bico foi a que melhor diferenciou os adultos reprodutivos em machos e fêmeas em Stinker Point. E a função discriminante gerada classificou corretamente 70% dos indivíduos amostrados.

**Palavras-chave:** Sucesso reprodutivo. Pares reprodutivos. Sexagem molecular morfometria.



**Abstract.** Populations' directions are determined through several complex and dynamic demographic processes which influences on the decrease-increase speed of these populations. Surveying through both breeding pairs census and breeding success analysis are extremely important to assess populations' trajectory. Breeding pairs' and crèche-stage chicks' census of Macaroni Penguins (*Eudyptes chrysolophus*) were carried out at Stinker Point, Elephant Island over two breeding seasons in 2009/2010 and 2013/2014 and breeding success was later calculated. Colony mapping was also conducted in both surveys. Morphometric comparison analysis (test-t) between adult Macaroni males and females were performed in order to assess a possible sexual dimorphism related to species size in the study area. Analyzed measures were bill length, height, width and depth, as well as left and right wing length. A stepwise discriminant analysis was used to asses which measure best classified males and females. All sampled individuals were sexed by molecular means. Census analysis' results reveal a size fluctuation on macaroni penguins' reproductive population from Stinker Point. A comparison with previous surveys performed at the same study area showed a reduction of 75.3% in the number of breeding pairs. Mean breeding success was 0.37. Test-t analysis showed that bill length is the most suitable measure to distinguish reproductive males and females at Stinker Point. Stepwise discriminant analysis classified 70% of sample individuals as correct.

**Keywords:** Breeding success. Breeding pairs. Molecular sexing. Morphometry.

## Introdução

A direção das populações são determinadas por vários processos demográficos complexos e dinâmicos e flutuações que exercem influência na velocidade com que tais populações irão diminuir ou aumentar (Horswill et al. 2014). Portanto, o acompanhamento através de censos do número de pares reprodutivos, bem como a análise do sucesso reprodutivo da mesma, é de extrema importância para avaliação da trajetória desta população e posterior avaliação de quais fatores podem estar agindo negativamente sobre a mesma. O sucesso reprodutivo das espécies tende a apresentar uma variação geográfica e interanual, e sofre interferência de diversos fatores, tendo destaque entre eles a distribuição e disponibilidade de alimento (presas) que vem sendo diretamente afetada por perturbações ambientais (Fraser et al.1992; Reid e Croxall 2001; Croxall et al. 2002; Barbraud e Weimerskirch 2003; Hinke et al. 2006).

A espécie *Eudyptes chrysolophus* apresenta distribuição circumpolar, se reproduzindo em ilhas subantártica até a Convergência Antártica em ilhas no oceano Atlântico Sul e oceano Índico (Williams 1995). As colônias reprodutivas localizadas mais ao sul encontram-se nas ilhas South Shetlands onde há um pequeno número de indivíduos reprodutivos nas ilhas Nelson, Elefante, Gibbs, Livingston e Deception (Volkman et al. 1982; Parmelle 1992) . A população global da espécie está estimada em 6,3 milhões de pares reprodutivos, e seu status de conservação é vulnerável (BirdLife International 2013). Esta espécie é considerada um pinguim de tamanho médio (aproximadamente 71 cm), apresenta o bico largo, com coloração preta marron- alaranjado, corpo preto na parte posterior e branco na anterior, caracteriza-se por apresentar um penacho de plumagem amarela (Williams 1995). A espécie não apresenta dimorfismo sexual, no entanto, as fêmeas tendem a ser menores em suas medidas (Williams 1995).

Com relação aos aspectos morfométricos de determinação da sexagem em pinguins através de observação direta, a mesma é difícil, uma vez que, para a maioria das espécies, são aparentemente monomórficos (Valenzuela-Guerra et al. 2013). No entanto, alguns estudos foram desenvolvidos mostrando a existência de dimorfismo para algumas espécies de pinguins quando avaliados dados morfométricos (Gales 1988; Murie et al. 1991; Kerry et al. 1992; Amat et al. 1993; Hull 1996; Zavalaga e Paredes 1997; Renner et al. 1998; Renner e Davis 1999; Hocken e Russel 2002; Bertellotti et al. 2002; Arnould et al. 2004; Wallace et al. 2008; Hart et al. 2009; Polito et al. 2012; Valenzuela-Guerra et al. 2013).

Trabalhos abordando a sexagem através da morfometria dos indivíduos podem ser uma ferramenta para a determinação rápida do sexo do indivíduo em campo. Além disto, este método de determinação do sexo apresenta vantagens por se tratar de um método não invasivo, possuir baixo custo, exigir mínimos conhecimentos técnicos e quando utilizado adequadamente pode ser um bom preditor de gênero dos indivíduos (Wallace et al. 2008). Por outro lado as técnicas moleculares são altamente confiáveis e por comparação podem confirmar se a metodologia de sexagem através da morfometria poderá ou não ser utilizada (Setiawan et al. 2004) . De maneira geral, a identificação do sexo apresenta grande aplicabilidade nos estudos de biologia reprodutiva e comportamento das espécies (Wallace et al. 2008). A sexagem dos indivíduos também pode ser aplicada em estudos envolvendo seleção sexual, demografia, ecologia, conservação, mudanças evolutivas (Ellegren e Sheldon 1997), ou ainda em teorias de alocação sexual (Sheldon 1998).

Este trabalho tem como objetivos (1) mapear a área reprodutiva de *E. chrysolophus* em Stinker point; (2) realizar o censo dos pares reprodutivos da espécie no local de estudo; (3) calcular o sucesso reprodutivo nos anos do estudo; (4) realizar a sexagem molecular e morfométrica em adultos reprodutores de *E. chrysolophus*.

## **Material e Métodos**

### **Área de estudo**

O estudo será realizado em Stinker Point (61°07'31"S, 55°19'26"W), na Ilha Elefante, no Arquipélago das Shetlands do Sul – Antártica (Fig. 1). A área caracteriza-se por ser a ilha mais ao norte deste arquipélago, localizada entre as águas frias do mar de Weddell e águas mais aquecidas do mar de Scotia, próxima ao centro semipermanente subpolar de baixa pressão a Noroeste do mar de Weddell, apresentando condições climáticas diferenciadas (O'Brien 1974). A temperatura anual média na região é de -3°C (1°C durante o verão e -10°C no inverno). A intensidade dos ventos varia entre 10 a 20 nós, entretanto ventos de aproximadamente 70 nós já foram registrados em eventos extremos. A região de Stinker Point (Fig.1) é umas das áreas da ilha Elefante que se encontra desprovida de gelo, servindo como local de nidificação para várias espécies de aves, sendo considerada uma IBA (Important Bird Area), conforme Harris et al. (2011). Para *E. chrysolophus* há apenas uma colônia reprodutiva pequena em Stinker Point.

## **Metodologia**

### **Censo do número de pares reprodutivos**

Para a realização do censo de pares reprodutivos, três observadores realizaram contagem direta do número de ninhos, a fim de estimar o número de pares reprodutivos, sendo que a diferença de contagem entre os observadores não excedeu 10 % de acordo com o padrão da CCAML, 2004. O número total de indivíduos reprodutivos foi estimado a partir da média das contagens obtidas.

### **Censo do número de filhotes**

Para a realização do censo do número de filhotes, três observadores realizaram contagem direta deste número, sendo que a diferença de contagem entre os observadores não excedeu 10 % de acordo com a metodologia indicada pela CCAMLR 2004 (The Commission for the Conservation of Antarctic Living Marine Resources). O número de filhotes foi calculado a partir da média das contagens obtidas.

### **Cálculo do sucesso reprodutivo**

O cálculo do sucesso reprodutivo foi realizado através da divisão do número de filhotes de *E. chrysolophus* que chegaram a fase de creche pelo número de pares reprodutivos (CCAMLR 2004).

## **Mapeamento da área reprodutiva de *Eudyptes crhyolophus***

A colônia reprodutiva de *E. crhyolophus* no local foi georeferenciada com o auxílio de um GPS (Garmin – GPSMAP60). Posteriormente os dados coletados foram tratados no programa ArcGis para a confecção do mapa com a área de reprodução da espécie.

## **Análise Morfométrica de adultos de *Eudyptes chrysolophus***

Para a sexagem dos adultos de *E. chrysolophus*, foram realizadas as medidas de comprimento, altura, largura e profundidade do bico com auxílio de um paquímetro (unidade de medida: mm), e também comprimento das aletas esquerda e direita, com régua de metal zerada (unidade de medida: mm) (Fig. 2). As medidas foram realizadas no verão austral de 2013/2014, durante a incubação dos ovos por adultos reprodutivos da espécie, medindo-se um total de 23 indivíduos, os mesmos foram marcados com violeta genciana para evitar recaptura.

## **Coleta de sangue e Determinação molecular da sexagem de adultos de *Eudyptes chrysolophus***

A coleta das amostras de sangue de *E. chrysolophus* foi realizada na estação reprodutiva (verão austral) de 2013/2014. As amostras de sangue foram coletadas em indivíduos adultos reprodutores com o auxílio de uma seringa de 3ml esterelizada e fixadas nos cartões de coleta para sexagem do laboratório adn. A amostragem foi realizada no período de incubação dos ovos da espécie. O processamento das amostras foi realizado no laboratório ADN com a técnica molecular denominada PCR (Reação em cadeia da Polimerase). A técnica de sexagem baseia-se na amplificação da região CHDI do gene encontrado nos cromossomos sexuais. . Em aves os machos são o sexo homogamético, apresentando apenas uma banda a CHDI-Z no gel, as fêmeas por serem heterogaméticas apresentam duas bandas no gel a CHDI-Z e CHDI-W.

## **Análises Estatísticas**

A comparação das medidas morfométricas entre os sexos foi realizada utilizando um teste t para amostras independentes e também foi calculado um índice de dimorfismo sexual (DI,%) usando a média das medidas morfométricas das fêmeas (F) e a média das medidas morfométricas dos machos (M), sendo que  $DI\% = 100 \times (M-F)/F$  (Greenwood 2003). Para determinar qual ou quais variáveis morfológicas tiveram maior influência na atribuição do sexo de machos e fêmeas método foi realizada uma análise discriminante stepwise. Para os testes estatísticos, foram considerados resultados significativos valores de  $p \leq 0,05$ . Todas as análises foram realizadas no software estatístico SPSS 18.0.

## **Resultados**

A espécie *Eudyptes chrysolophus* constitui uma colônia em Stinker Point. A mesma encontra-se na parte plana e paredão de uma montanha rochosa, sofrendo interferência da maré em uma de suas porções. A

colônia apresenta perímetro de 129,4228 m e área de 911,7405 m<sup>2</sup> (Fig. 3). O número de pares reprodutivos, filhotes em creche e sucesso reprodutivo estão apresentados na Tabela 1. Pode-se observar uma variação no número de pares reprodutivos de *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point entre os anos de 2009 a 2014. O período reprodutivo de 2009/2010 foi o que apresentou menor número de pares reprodutivos (10 pares) considerando os anos de estudo, enquanto o período de 2010/2011 apresentou o maior número (30 pares), o que equivale a um aumento de 66,7% da população reprodutiva em relação ao ano anterior. A média para o número de pares reprodutivos de *E. chrysolophus* para Stinker Point nos anos analisados no estudo foi de 21.

Com relação ao número de filhotes em creche o período de 2010/2011 foi o que apresentou o maior número (12 filhotes). Já os períodos reprodutivos de 2011/2012 e 2013/2014 apresentaram o menor número de filhotes em creche, apenas 5 filhotes cada um. O maior sucesso reprodutivo foi de 0,6 filhotes por par no período de 2009/2010. O menor sucesso reprodutivo nos anos de estudo foi registrado no período de 2013/2014, com valor muito próximo ao período de 2011/2012. Fora desta colônia, também foi registrada a presença de um par reprodutivo de *E. chrysolophus* com ovo dentro de uma colônia de *P. antarcticus*, localizada no Platô Sul da ilha, nos anos de estudo.

Dos 23 indivíduos amostrados na fase de incubação para sexagem molecular, a análise molecular classificou 17 indivíduos como machos e 6 indivíduos como fêmeas. Na avaliação morfométrica destes adultos amostrados, as médias de todas as variáveis morfométricas avaliadas foram próximas entre machos e fêmeas (Tabela 2) exceto para comprimento do bico e profundidade do bico, estas sendo maiores para os machos, conforme o resultado do teste t student para amostras independentes com  $t = 2,77$  e  $p = 0,011$   $t = 2,488$  e  $p = 0,021$ , respectivamente.

A partir da análise discriminante stepwise foi obtida uma função com autovalor de 0,366 e correlação canônica igual a 0,517 que explicou significativamente a diferença entre os grupos (wilk's lambda= 0,732  $\chi^2 = 6,39$ ,  $p = 0,011$ ). Os centróides resultantes da análise foram de 0,343 para machos e -0,973 para fêmeas, indicando que os machos estão relacionados aos valores positivos da função enquanto que as fêmeas estão relacionadas aos valores negativos (Fig. 4). A função gerada pela análise discriminante foi  $FD = -16,903 + 0,296CB$ , onde CB corresponde a medida de comprimento do bico. A equação discriminante classificou corretamente 70% dos indivíduos amostrados.

## Discussão

O número de pares reprodutivos de *E. chrysolophus* em Stinker point apresentou variação nos anos de estudo. Comparando o resultado do número médio de pares reprodutivos destes cinco anos de estudo com o trabalho realizado por Petry (1994) que avaliou o número de pares reprodutivos da espécie no período de 1985/1986 a 1991/1992 observamos que houve uma redução de 76,05% (Tabela 3). E comparando com os resultados de Furse e Bruce (1972) que registraram em seus estudos 200 pares reprodutivos para Stinker point observa-se uma redução ainda maior de 89,4%. O sucesso reprodutivo também apresentou variação nas cinco estações reprodutivas avaliadas, destaca-se a estação de 2009/2010 que mesmo apresentando o menor número de

pares reprodutivos, obteve o maior sucesso reprodutivo 0,6 filhotes criados por par reprodutor registrado nos anos do estudo.

O baixo número de pares reprodutivos da estação reprodutiva 2009/2010 provavelmente está associado ao clima atípico que ocorreu neste período com grande precipitação e acúmulo de neve durante a fase de choco, o que provocou uma maior perda de ovos. No entanto, os poucos pares reprodutivos que estavam nas áreas mais elevadas, conseguiram finalizar o choco e criar seus filhotes com maior sucesso até a fase de creche em relação aos anos posteriores. Comparando o sucesso reprodutivo médio obtido no presente estudo (0,37) com o sucesso encontrado por Petry (1994) na estação reprodutiva de 1991/1992 (0,58) observa-se uma redução de 36,21%.

O baixo número de pares reprodutivos assim como o baixo sucesso reprodutivo encontrados em Stinker point estão provavelmente relacionado ao fato da região ser o limite sul de reprodução da espécie, e também pelas condições climáticas diferenciadas (mais expostas, mais vento) apresentadas no local dificultarem a reprodução. De maneira geral, há indicação que as populações de *E. chrysolophus* estão declinando. Mesmo em locais com grande número populacional esta espécie de pinguim também enfrenta um grande declínio, nas Georgias do Sul teve uma redução de aproximadamente 5,4 milhões de pares no final de 1970 para aproximadamente 1 milhão de pares reprodutivos em 2003 (Trathan et al. 2012). Na ilha Marion o número de pares reprodutivos era de 434.000 em 1994/1995 e em 2002/2003 foi registrado 356.000, com um sucesso reprodutivo médio de 0,46 filhotes por ano, considerado baixo para a manutenção desta população (Crawford et al. 2003).

Com relação a morfometria de *E. chrysolophus* em Stinker point, machos e fêmeas apresentaram a maioria das medidas de bico muito semelhantes excetuando-se as medidas de comprimento e profundidade do bico. Para *E. chrysolophus* o comprimento do bico e profundidade apresentaram 8,3% de índice de dimorfismo valor próximo ao encontrado por Polito et al. (2012) para comprimento do bico para adultos das espécies *P. adeliae* (8,2%) e *P. papua* (8,5%), para *P. antarcticus* o índice foi maior e igual a 11,5% (Tabela 4). O comprimento do bico assim como a altura parecem ser as medidas morfométricas mais satisfatórias para determinação do sexo em pinguins. Em outros estudos, com distintas espécies de pinguins estas duas medidas morfométricas de bico foram aplicáveis para diferenciar machos e fêmeas. Por exemplo no estudo de Polito et al. (2012) com pinguins no gênero *Pygoscelis* na ilha Rei George, o comprimento e a altura do bico foram as medidas morfométricas que mais diferenciaram machos de fêmeas, sendo estas variáveis maiores para os machos. A análise discriminante neste estudo classificou corretamente de 82,3 a 96,7% os indivíduos amostrados. Para Venezuela-Guerra et al. (2013) que analisou as diferenças morfométricas entre machos e fêmeas em *P. papua* apenas a medida de largura do bico não foi significativamente distinta entre os sexos considerando as medidas tomadas pelos autores (comprimento do bico, altura do bico, comprimento das aletas, comprimento da cauda, comprimento do tarso, comprimento total). As funções discriminantes classificaram de maneira satisfatória, 93,7% dos indivíduos na ilha Ardley, 88,09% em Bernardo O'Higgins e 83,95% em Gabriel Gonzalez Videla. Em avaliação morfométrica de *E. chrysolophus* nas ilhas Falklands realizada por Poisbleau et al. (2010), 96,2% dos adultos foram classificados corretamente quanto ao sexo pela função discriminante gerada no estudo, sendo que na média os machos apresentaram comprimento e altura do bico maiores que as fêmeas. No estudo realizado por Wallace et al. (2008) para a espécie *Spheniscus humboldti* em Ilote Pájero Niño no Chile o

modelo usado também foi gerado a partir do comprimento e altura do bico, com 87,7 % de acerto e seguiu o mesmo padrão dos estudos citados anteriormente machos apresentando em média medidas maiores. Bertelotti et al. 2002, gerou uma função discriminante que classificou corretamente 97% adultos de *S. magellanicus* usando as medidas de altura e comprimento do bico (Tabela 4).

Embora todos trabalhos citados acima tenham utilizado medidas morfométricas para classificar o sexo de pinguins com considerável percentual de acerto, as funções discriminantes devem ser usadas com cautela, uma vez que apresentam limitações. A determinação morfométrica do sexo pode apresentar alguns vieses como, machos anormalmente menores ou com desenvolvimento tardio podem ser classificados como fêmeas (Hart et al. 2009). Em nosso estudo amostramos apenas indivíduos reprodutores, uma vez que indivíduos juvenis também podem apresentar medidas morfométricas menores e serem classificados erroneamente como fêmeas. Mínguez et al. (2001) observou em seu estudo que para *P. antarcticus*, a espécie apresentou diferença nas medidas de bico entre indivíduos reprodutores com ninhos localizados no centro da colônia (mais experientes, e com medidas maiores) e indivíduos com ninhos na borda da colônia (mais jovens, menos experientes e com medidas menores).

A função gerada no presente estudo para sexagem de *E. chrysolophus* em Stinker apresenta limitações, uma vez que classificou corretamente 70% dos indivíduos. Sendo este percentual inferior a muitos trabalhos de morfometria realizados com pinguins (Tabela 4), conclui-se que a sexagem molecular é o método mais apropriado para prover com acurácia a sexagem de pinguins desta espécie no local de estudo.

## **Agradecimentos**

Este estudo foi financiado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Antártico de Pesquisas Ambientais (INCT-APA), que recebe apoio científico e financeiro do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq processo: nº 574018/2008-5) e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ processo: nº 26/170.023/2008). Os autores também agradecem o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), do Ministério do Meio Ambiente (MMA), da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisnos).

## **Referências**

Amat JA, Vinuela J, Ferrer M (1993) Sexing Chinstrap Penguins (*Pygoscelis antarctica*) by morphological measurements. *Waterbirds* 16:213–215

Arnould JPY, Dann P, Cullen JM (2004) Determining the sex of Little Penguins (*Eudyptula minor*) in northern Bass Strait using morphometric measurements. *Emu* 104:261–265

- Barbraud C, Weimerskirch H (2003) Climate and density shape population dynamics of a marine top predator. *Proc R Soc Lond Biol Sci* 270:2111–2116
- Bertellotti M, Tella JL, Godoy JA, Blanco G, Forero MG, Donazar JA and Ceballos O (2002) Determining sex of Magellanic penguins using molecular procedures and discriminant functions. *Waterbirds* 25:479-484
- BirdLife International (2013) *Eudyptes chrysolophus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <http://www.iucnredlist.org>. Acessado 16 Outubro 2014
- CCAMLR (2004) Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources. Tasmania, Australia. <http://www.ccamlr.org>. Acessado 4 Outubro 2014
- Crawford RJM, Cooper J & Dyer BM (2003) Population of the Macaroni Penguin *Eudyptes chrysolophus* at Marion Island, 1994/95–2002/03, with Information on Breeding and Diet. *Afr J of Mar Sci* 25(1): 475-486
- Croxall JP, Trathan PN, Murphy EJ (2002) Environmental change and Antarctic seabird populations. *Sci* 297:1510–1514
- Ellegren H and Sheldon BC (1997) New tools for sex identification and the study of sex allocation in birds. *Trends in Ecol and Evol* 12:255-259
- Fraser WR, Trivelpiece WZ, Ainley DG, Trivelpiece SG (1992) Increases in Antarctic penguin populations: reduced competition with whales or a loss of sea-ice due to environmental warming? *Polar Biol* 11:525–531
- Furse JR, Bruce G (1972) Ornithology Report. In: Burley MK (ed) Joint service expedition: Elephant Island, 1970-1971, Annex F. Ministry of Defense, London, pp F1–F11
- Gales R (1988) Sexing adult blue penguins by external measurements. *Notornis* 35:71-75
- Greenwood JG (2003) Measuring sexual size dimorphism in birds. *Ibis* 145:124-126
- Harris CM, Carr R, Lorenz K, Jones S (2011) Important Bird Areas in Antarctica: Antarctic Peninsula, South Shetland Islands, South Orkney Islands – Final Report. Environmental Research & Assessment Ltd, Cambridge
- Hart T, Fitzcharles E, Trathan P.N, Coulson T, Rogers AD (2009) Testing and improving the accuracy of discriminant function tests: a comparison between morphometric and molecular sexing in Macaroni Penguins. *Waterbirds* 32:437–443
- Hinke JT, Salwicka K, Trivelpiece SG, Watters GM, Trivelpiece WZ (2007) Divergent responses of *Pygoscelis* penguins reveal a common environmental driver. *Oecologia* 153:845-855



- Hocken AG, Russel JJ (2002) A method for determination of gender from bill measurements in Otago blue penguins (*Eudyptula minor*). *N Z J Zool* 29:63–69
- Hull CL (1996) Morphometric indices for sexing adult Royal *Eudyptes schlegeli* and Rockhopper *E. chrysocome* penguins at Macquarie. *Mar Ornithol* 24:23-27
- Horswill C, Matthiopoulos J, Green JA, Meredith MP, Forcada J, Peat H, Preston M, Trathan PN, Ratcliffe N (2014) Survival in Macaroni penguin and the relative importance of different drivers individual traits, predation pressure and environmental variability. *J of Anim Ecol* 83:1057-1067
- Kerry KR, Agnew DJ, Clarke JR, Else GD (1992) Use of morphometric parameters for the determination of sex of Adelie penguins. *Wildl Res* 19:657–664
- Murie JO, Davis LS, McLean IG (1991) Identifying the sex of Fiordland Crested Penguins by morphometric characters. *Notornis* 38:233–238
- O'Brien RMG (1974) Meteorological observations on Elephant Island. *British Antarctic Survey Bulletin*, 39:21-33
- Parmelee DF (1992) *Antarctic birds*. University of Minnesota Press, Minneapolis
- Petry MV (1994) Distribuição espacial e aspectos populacionais da avifauna de Stinker Point – Ilha Elefante – Shetlands do Sul – Antártica. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
- Poisbleau M, Demongin L, van Noordwijk HJ, Strange IJ & Quillfeldt P (2010) .Sexual dimorphism and use of morphological measurements to sex adults, immatures and chicks of Rockhopper Penguins. *Ardea* 98:217–224
- Polito MJ, Clucas GV, Hart T & Trivelpiece WZ (2012). A simplified method of determining the sex of *Pygoscelis* penguins using bill measurements. *Mar Ornithol* 40:89-94
- Reid K & Croxall JP (2001) Environmental response of upper trophic-level predators reveals a system change in an Antarctic marine ecosystem. *Proc of the R Soc Biol Sci* 268:377–384
- Renner M, Valencia J, Davis LS, Saez D, Cifuentes O (1998) Sexing of adult Gentoo Penguins in Antarctica using morphometrics. *Waterbirds* 21:444–449
- Renner M and Davis LS (1999) Sexing Little Penguins *Eudyptula minor* from Cook Strait, New Zealand using discriminant function analysis. *Emu* 99:74-79

- Scolaro JA (1987) Sexing fledglings and yearlings of Magellanic penguins by discriminant analysis of morphometric measurements. *Colon Waterbirds* 21:444-449
- Setiawan AN, Darby JT and Lambert DM (2004) The use of morphometric measurements to sex Yelloweyed penguins. *Waterbirds* 27:96-101
- Sheldon B (1998) Recent studies of avian sex ratios. *Hered* 80:397-402
- Trathan PN, Ratcliffe N and Masden EA (2012) Ecological drivers of change at South Georgia: the krill surplus, or climate variability. *Ecography*. 35:983–993
- Valenzuela-Guerra P, Morales-Moraga D, Gonzalez-Acuña D, Viana JA (2013) Geografic morphological variation of Gentoo penguin (*Pygoscelis papua*) and sex identification: using morphometric characters and molecular markers. *Polar Biol* 36:1723-1734
- Volkman NJ, Trivelpiece WZ, Bernstein NP, Tirrell PC (1982) Macaroni penguins—comment on mistaken King George Island breeding record and southerly range extension. *Auk* 99:386
- Wallace RS, Dubach J, Michaels MG, Keuler NS, Diebold ED, Grzybowski K, Teare AJ, Willis MJ (2008) Morphometric determination of Gender in Adult Humboldt Penguins (*Spheniscus humboldti*). *Waterbirds* 31(3):448-453
- Williams TD (1995) *The Penguins*. Oxford University press
- Zavalaga CB and Paredes R (1997) Sex determination of adult Humboldt Penguins using morphometric characters. *J of F Ornithol* 68:102-112

**Tabela 1.** Número de pares reprodutivos, filhotes em creche, e sucesso reprodutivo de *Eudyptes chrysolophus* nas estações reprodutivas de 2009/2010 a 2013/2014, em Stinker Point – Ilha Elefante.

Anos	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Pares reprodutivos	10	30	18	26	22
Filhotes (Creche)	6	12	5	9	5
Sucesso	0,6	0,4	0,28	0,35	0,23

**Tabela 2.** Médias das medidas morfométricas dos indivíduos machos e fêmeas de *Eudyptes chrysolophus* amostrados em Stinker Point, desvio padrão (DP), índice de dimorfismo (DI%), resultado do teste t e significância do teste (p). Medidas significativas em destaque

Medida Morfométrica	Média Macho	DP	Média Fêmea	DP	DI(%)	t-test	p
Altura	26,88	±2,36	25,12	±3,09	6,7	1,453	0,161
Largura	19,54	±1,76	19,83	±0,75	-1,5	-0,555	0,585
Comprimento	58,35	±3,77	53,9	±1,63	8,3	2,77	<b>0,011</b>
Profundidade	74,5	±5,29	68,8	±2,83	8,3	2,488	<b>0,021</b>
Aleta direita	19,02	±0,76	18,68	±0,72	1,8	0,95	0,353
Aleta esquerda	19,12	±0,55	18,57	±0,71	2,96	1,97	0,062

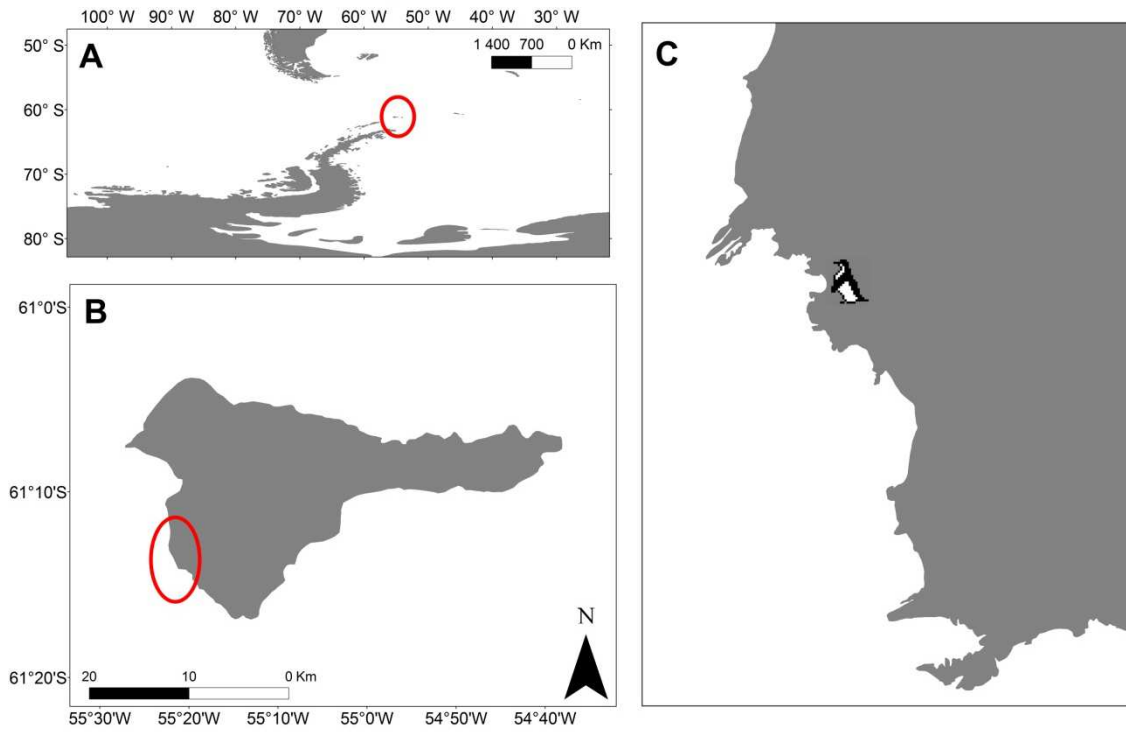
P<0,05

**Tabela 3.** Número de pares reprodutivos, filhotes em creche, e sucesso reprodutivo de *Eudyptes chrysolophus* nas estações reprodutivas de 1985 a 1992, em Stinker Point – Ilha Elefante, extraído de Petry, 1994.

Anos	1985/1986	1986/1987	1987/1988	1988/1989	1989/1990	1991/1992
Pares reprodutivos	90	80	111	92	106	52
Filhotes	47	37	60	48	58	30
Sucesso	0,52	0,46	0,54	0,52	0,53	0,58

**Tabela 4.** Percentual de acerto da discriminante em estudos morfométricos com pinguins de diferentes espécies.

<b>Autor (ano)</b>	<b>Espécie</b>	<b>Local</b>	<b>% acerto da Função Discriminante</b>
Valenzuela-Guerra et al. 2013	<i>Pygoscelis papua</i>	Ilha Ardley	93,70%
	<i>Pygoscelis papua</i>	Bernardo O` Higgins	88,09%
	<i>Pygoscelis papua</i>	Gabriel Gonzalez Videla	83,95%
Polito et al. 2012	<i>Pygoscelis papua</i>		
	<i>Pygoscelis adeliae</i>	Ilha Rei George	82,3 a 96,7%
	<i>Pygoscelis antarcticus</i>		
Poisbleu et al. 2010	<i>Eudyptes chrysocome</i>	Falklands	96,20%
Wallace et al. 2008	<i>Spheniscus humboldt</i>	Islote Pajero Niño - Chile	87,70%
Bertelotti et al. 2002	<i>Spheniscus magelanicus</i>	Patagônia - Argentina	97%

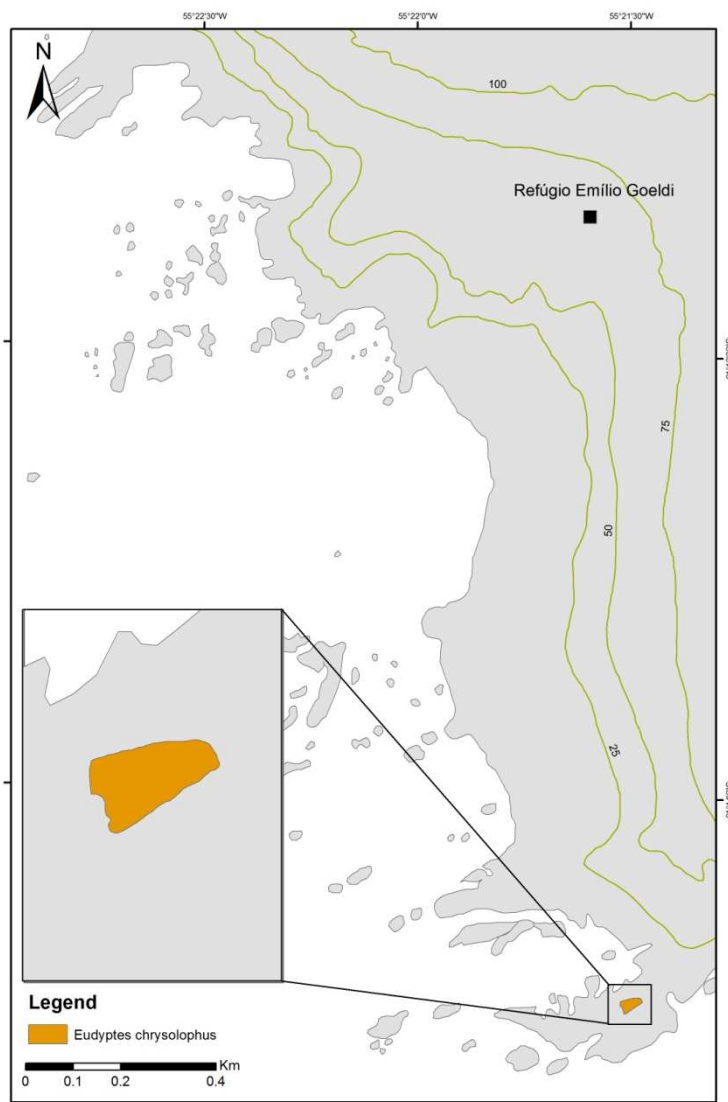


**Fig 1.** A. Localização das Ilhas Shetlands do Sul com destaque a Ilha Elefante; B. Ilha Elefante com destaque a região de Stinker Point; C. Stinker Point. Fonte: Laboratório de Ornitologia e Animais Marinhos.

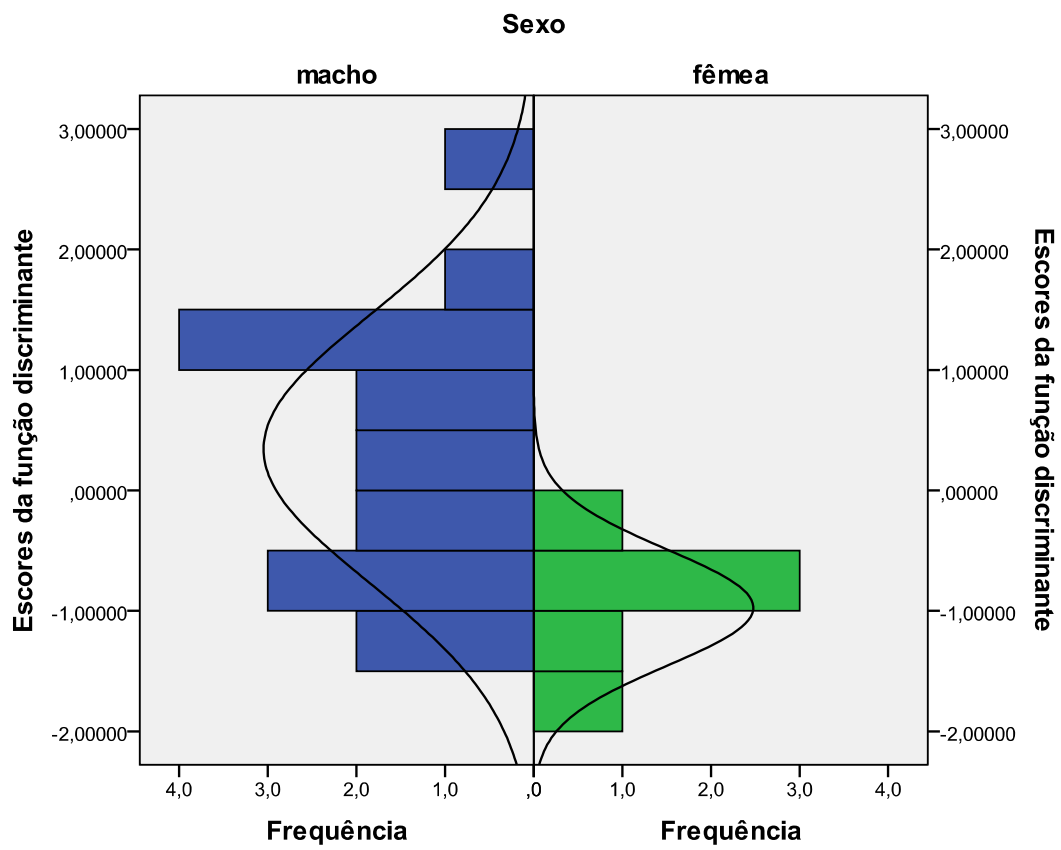


**Fig. 2.** Medidas morfométricas (comprimento, altura, largura e profundidade do bico e comprimento das aletas) de *Eudyptes chrysolophus* avaliadas no estudo.





**Fig. 3.** Mapa com a localização da Colônia de *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point – Ilha Elefante.



**Fig. 4.** Distribuição das frequências dos scores resultantes da Análise Discriminante entre machos e fêmeas de *Eudyptes chrysolophus* em Stinker Point – Ilha Elefante.