

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

LUIS AUGUSTO EBERT

ANÁLISE DA BIOLOGIA REPRODUTIVA, VULNERABILIDADE A CONTAMINANTES
QUÍMICOS E A BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DE *LARUS DOMINICANUS*
LICHTENSTEIN, 1823 (AVES, LARIDAE) NO LITORAL DE SANTA CATARINA, BRASIL.

São Carlos, SP

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

LUIS AUGUSTO EBERT

**ANÁLISE DA BIOLOGIA REPRODUTIVA, VULNERABILIDADE A CONTAMINANTES
QUÍMICOS E A BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DE *LARUS DOMINICANUS*
LICHTENSTEIN, 1823 (AVES, LARIDAE) NO LITORAL DE SANTA CATARINA, BRASIL.**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos/SP, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Ciências (Ciências Biológicas), área de concentração Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr². Joaquim Olinto Branco

São Carlos, SP
2015



Solitário no Caminho...

A vida é como uma grande corrida de bicicleta – cuja meta é cumprir a Lenda Pessoal.

Paulo Coelho

Dedico este trabalho à minha amada esposa, Bianca de Aguiar Pereira, por todo o seu amor, companheirismo e compreensão e ao longo desta jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Joaquim Olinto Branco, que desde a graduação contribuiu muito pela minha inserção no mundo da ciência. Com certeza seu acolhimento, profissionalismo e camaradagem foram indispensáveis. E suas broncas também! Obrigado por aceitar conciliar a bolsa de pesquisa às minhas atividades profissionais.

A minha esposa Bianca de Aguiar Pereira, bióloga e veterinária talentosa, por todo o amor, apoio, paciência e privações concedidas ao longo deste trabalho. Minha parceira de todas as horas, inclusive nos campos, nas remotas ilhas da costa de Santa Catarina, mergulhando em mar revolto. Estendo aos nossos filhos peludos (Spock, Vick, Lucy, China e Mike) toda a energia positiva compartilhada. Em momentos difíceis eles nos confortam.

Aos meus pais, Maria Bernadete S. Ebert e ao biólogo e pai Henry Ebert. Sem dúvida foram inspiração ao longo de várias decisões da minha vida pessoal e profissional. À minha irmã Jacqueline e sua família, pelo apoio de sempre.

Todo apoio familiar da Dona Ione de Aguiar, uma segunda mãe, que passou por momentos muito difíceis nesses últimos três anos, ao qual tivemos que dar suporte. Aos cunhados Maria e Marcus pelo convívio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio financeiro. Sem este subsídio, as atividades de pesquisa realizadas certamente não seriam possíveis.

A UNIASSELVI, instituição que me acolhe desde 2009, e me deu oportunidades de crescimento profissional. Em especial ao Reitor, Prof. Hermínio Kloch, pelo entendimento da necessidade de realizar este trabalho, e aos Pró-Reitores Prof. Janes Fidélis Tomelin e Prof^a Francieli Stano Torres pelo incentivo e dispensas concedidas. A todos os setores do EaD e presencial desta instituição, tutores internos, docentes, supervisores e coordenadores de curso.

Um agradecimento especial para a professora Márcia Regina Pelisser e seu orientando Julio Cesar Schlemper, que contribuíram para o desenvolvimento da tese.

Ao Clube de Observadores de Aves do Vale Europeu (COAVE) e seu presidente Maicon Morh, pela ajuda nos materiais de campo, assim como a oportunidade de ministrar palestras sobre ornitologia para o Clube.

Aos amigos Guilherme Becker, Dagoberto e Fabiane Fish pela ajuda em campo, assim como demais colegas do Laboratório de Biologia da UNIVALI, e para o Edison Barbieri, pelo incentivo e dicas na construção dos artigos.

Laboratórios FREITAG, na pessoa de Guilherme Freitag, que muito me ajudou nas análises de metais e também permitiram a minha entrada no laboratório para acompanhamento dos processos.

Um abraço especial para todos os pescadores que se dispuseram a levar a equipe para as ilhas, o Zé Buca, Baião, Lorão e Zacarias. Essas pessoas me mostraram que a sabedoria popular, quando estamos nos oceanos, é indispensável.

Ao corpo docente e Técnico administrativo da UFSCar - PPGERN, pela prestatividade na hora de solucionar os problemas, bem como aos membros avaliadores da tese, por aceitarem avaliar o trabalho e colaborar na sua construção.

Agradeço a todas as pessoas que das mais variadas formas colaboraram para realização de mais uma etapa dentro desta jornada acadêmica e espero sinceramente que trabalhos desta natureza contribuam para melhorar nossa vida aqui na Terra.

RESUMO

A gaivota *Larus dominicanus* é uma ave costeira comum no sudeste e sul do Brasil. Considerada oportunista na ocupação de hábitat e alimentação vêm expandido suas populações no litoral de Santa Catarina. Após o período reprodutivo ocupa praias, estuários e manguezais, período reprodutivo ocupa mangues, praias e estuários, onde alimentam-se e passam parte do seu ciclo de vida. Aspectos que envolvem a biologia reprodutiva desta espécie foram estudados nesse estado, necessitando de atualização das informações, para que o manejo adequado. Ainda existem lacunas sobre a exposição à contaminantes químicos e microbiológicos, e de que forma estas variáveis poderiam influenciar suas populações. Assim, teve-se por objetivo analisar a associação de *L. dominicanus* a bactérias patogênicas, sua vulnerabilidade à metais pesados e aspectos da biologia reprodutiva em três colônias de nidificação no litoral de Santa Catarina. No primeiro capítulo foram analisadas amostras cloacais de gaivotas jovens, indicando a presença de micro-organismos nocivos. Nesse artigo, discute-se a diversidade de bactérias isoladas das amostras obtidas nas ilhas, assim como a relação desta com sua alimentação. O segundo capítulo aborda a contaminação por metais pesados em penas de gaivotas jovens. Foi registrada concentração significativa de chumbo em duas das três ilhas analisadas. Existem evidências que *L. dominicanus* esteja em processo de bioacumulação de metais, oriundos da atividade de exploração do carvão mineral, desenvolvida nas proximidades das áreas de estudo. O terceiro capítulo compara aspectos reprodutivos da espécie, como sucesso de incubação nos sítios, tamanho da postura, biometria dos ovos e desenvolvimento dos filhotes. Não foram observadas diferenças marcantes entre as ilhas na reprodução, com dados próximos aos registrados por outros autores. Considerando os três artigos, verifica-se que *L. dominicanus* atua como reservatório de bactérias patogênicas, sendo vulnerável a contaminação por metais pesados de origem antrópica, e sem evidência de alteração do sucesso reprodutivo e dinâmica populacional da espécie.

ABSTRACT

The gull *Larus dominicanus* is a common shorebird in south and southeast of Brazil. Being opportunistic regarding the occupation of habitats and type of food, can expand their populations. After the reproductive period occupies beaches, estuaries and mangroves, where they feed and spend part of their life cycle. Aspects involving the reproductive biology of this species have been studied in this state, requiring update for the proper management. However, there are still gaps on exposure to chemical and microbiological contaminants, and how these variables could influence the populations of the species. The objective of this thesis was to analyze the association of *L. dominicanus* to the pathogenic bacteria, their vulnerability to heavy metals and aspects of reproductive biology in three breeding sites, located on the coast of Santa Catarina. In the first chapter cloacal samples of young gulls were analyzed, indicating the presence of harmful microorganisms. In this article, we discuss the diversity of bacteria isolated from samples obtained in the islands, as well as its relationship with the feeding habit of this birds. The second chapter is about the analysis of heavy metal contamination in young gulls feathers. The results showed contamination by lead in two of the three islands studied. There is evidence that *L. dominicanus* is in process of bioaccumulation of metals, arising from the exploration of coal, developed near to the study areas. The third chapter compares reproductive aspects of gulls, as hatching success, posture, volume of eggs and offspring development. No differences were observed when comparing the reproduction between the islands, and the data were similar to those reported by other authors. Considering the three articles, it appears that *L. dominicanus* acts as a reservoir of pathogenic bacteria, and is vulnerable to contamination by heavy metals of anthropogenic origin, and no evidence of change in reproductive success and population dynamics of species.

APRESENTAÇÃO

Os capítulos do presente trabalho estão organizados em forma de artigos científicos, com base nas normas para publicação nos periódicos abaixo relacionados, enquanto que a introdução geral e as considerações finais estão formatadas dentro das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Inicialmente é apresentada uma introdução sobre a gaivota *Larus dominicanus*, enfocando as características gerais, seleção de habitats, alimentação, distribuição geográfica, interação com a pesca, vulnerabilidade aos contaminantes químicos, patogênicos e aspectos reprodutivos. Em seguida, o desenvolvimento dos capítulos componentes da tese. Ao final, as considerações finais envolvendo a relação das principais ideias dos capítulos.

O primeiro capítulo **“Pathogenic bacteria associated with kelp gull *Larus dominicanus* (Lichtenstein, 1823) (Aves: Charadriiformes, Laridae) on the coast of Santa Catarina State – Brazil”** tem como objetivos descrever a associação de bactérias potencialmente patogênicas às gaivotas jovens, além de fazer uma comparação entre a microbiota observada nas amostras obtidas desses jovens em cada uma das ilhas onde foram capturadas. Este manuscrito está formatado nas normas da revista **Brazilian Journal of Microbiology**, ao qual foi submetido (Carta de Submissão no Anexo 1).

O segundo capítulo **“Avaliação de metais pesados utilizando penas de *Larus dominicanus juvenis* (Aves: Charadriiformes, Laridae) no litoral de Santa Catarina – Brasil”**, tem como objetivo verificar a presença de metais pesados (Cromo, Chumbo, Mercúrio e Zinco), nas penas de gaivotas juvenis, além da comparação das concentrações entre as ilhas nas quais estas gaivotas foram capturadas. Este manuscrito está formatado nas normas da revista **Environmental Monitoring and Assessment** ao qual será submetido (Normas no Anexo 2).

O terceiro capítulo **“Análise comparativa da biologia reprodutiva de *Larus dominicanus* (Lichtenstein, 1823) (Aves: Charadriiformes, Laridae) no litoral de Santa Catarina, Brasil”**, tem por objetivo fazer uma análise comparativa de aspectos relacionados a biologia reprodutiva da gaivota nos três maiores sítios de nidificação do estado de Santa Catarina, no que tange a abundância nas ilhas, sucesso de incubação, biometria dos ovos e desenvolvimento dos filhotes. Este manuscrito está formatado nas normas da revista **“Ornitologia Neotropical”** ao qual será submetido (Normas no Anexo 3).

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
APRESENTAÇÃO.....	ix
SUMÁRIO.....	x
1 Introdução Geral.....	01
1.1 Referências bibliográficas.....	03
2 CAPÍTULO 1: Pathogenic bacteria associated with kelp gull <i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein, 1823 (Aves, Laridae) on the coast of Santa Catarina state, Brazil.....	09
2.1 Abstract.....	10
2.2 Introduction.....	10
2.3 Material and Methods.....	12
2.3.1 Study area.....	12
2.3.2 Field activities.....	13
2.3.3 Data analysis.....	14
2.4 Results.....	14
2.5 Discussion.....	20
2.6 Acknowledgements.....	25
2.7 References.....	25
3 CAPÍTULO 2: Avaliação de metais pesados utilizando penas de <i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein, 1823 (Aves, Laridae) no litoral de Santa Catarina, Brasil.....	31
3.1 Abstract.....	32
3.2 Introdução.....	32
3.3 Material e Métodos.....	34
3.3.1 Área de estudo.....	34
3.3.2 Desenvolvimento das atividades.....	35
3.3.3 Análise de metais pesados.....	36
3.3.4. Análise de dados.....	37
3.4 Resultados.....	37
3.5 Discussão.....	40

3.6 Agradecimentos.....	43
3.7 Referências bibliográficas.....	44
4 CAPÍTULO 3: Análise comparativa da biologia reprodutiva de <i>Larus dominicanus</i> Lichtenstein, 1823 (Aves, Laridae) no litoral de Santa Catarina, Brasil.....	49
4.1 Resumo.....	50
4.2 Abstract.....	50
4.3 Introdução.....	51
4.4 Material e Métodos.....	52
4.4.1 Área de estudo.....	52
4.4.2 Desenvolvimento das atividades.....	52
4.4.3 Análise dos dados.....	54
4.5 Resultados.....	54
4.6 Discussão.....	63
4.7 Agradecimentos.....	66
4.8 Referências bibliográficas.....	66
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	71
6 ANEXOS.....	74

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os oceanos cobrem aproximadamente 70% da superfície terrestre e comportam 95% de todo o espaço que permite abrigar uma elevada diversidade biológica (HUBER et al., 2003; FLEMING et al., 2006).

Dentro deste contexto, existem muitas espécies de aves marinhas que habitam diferentes nichos no ambiente marinho, desde ambientes costeiros até mar aberto. São consideradas componentes importantes desse sistema, inseridos no topo da cadeia e conectados a diferentes níveis tróficos deste ecossistema (BOERSMA et al., 2001).

A ocupação das ilhas costeiras e oceânicas pelas aves marinhas representa uma resposta adaptativa à predação que o grupo sofreu ao longo de sua história evolutiva, onde os fatores climáticos, a competição por recursos e espaço, falta de comportamento anti-predador e a presença humana, foram os efeitos mais drásticos observados nas comunidades de aves que nidificam nestas ilhas (BURGER e GOCHFELD, 1994).

De acordo com SCHLATTER e SIMEONE (1999), podemos classificar as aves marinhas em oceânicas e costeiras. As espécies oceânicas são aquelas que obtêm seu alimento especialmente no mar, utilizando o ambiente marinho pelágico noventa por cento do tempo, refugiando-se em ilhas oceânicas para descanso e reprodução. Já as aves marinhas costeiras alimentam-se e reproduzem-se dentro dos limites da plataforma continental e adjacências (e. g. estuários, manguezais e ilhas costeiras). Dentro desta categoria podemos incluir a espécie *Larus dominicanus* (Lichtenstein, 1823), que também é conhecida como gaivotão ou gaivota.

A família Laridae pertence a um grupo de aves aquáticas, altamente adaptadas ao voo, com asas compridas e estreitas, pés relativamente curtos, com membranas natatórias. Podem ser solitárias ou gregárias, formando às vezes grandes colônias. Pode-se dizer que são aves do hemisfério norte que colonizaram o sul, sendo representada por aproximadamente 10 gêneros e 87 espécies (NOVELLI, 1997).

A espécie é amplamente distribuída por todo o hemisfério sul, onde pode ser observada no litoral, bem como nas ilhas costeiras dos Oceanos Pacífico e Atlântico, nas Ilhas Malvinas e Península Antártica, Terra do Fogo e costa do Peru. No Brasil, é encontrada desde os estados do Rio Grande do Sul até o Espírito Santo (HIGGINS e DAVIES, 1996; SICK, 1997; NOVELLI, 1997). A espécie também pode ser observada na Nova Zelândia, Austrália, e no Sudoeste da África (WATSON, 1975; McLACHLAN e LIVERSIDGE, 1978; BROOKE e COOPER, 1979). Além da sua ampla distribuição geográfica *L. dominicanus* é oportunista e generalista quanto à alimentação, sendo capaz

de utilizar vários tipos de presas (BRANCO, 2001), a exploração de fontes antrópicas (GIACCARDI et al., 1997; YORIO et al., 1998) e rejeitos orgânicos durante a baixa-mar (EBERT et al., 2014).

As gaivotas reproduzem durante praticamente todo ano, em diferentes regiões, o que lhes confere plasticidade reprodutiva (BURGER e GOCHFELD, 1980). Em função destas características, alguns autores alertam para aumento significativo das populações ao longo das áreas costeiras da América do Norte, Europa, Canadá, EUA, África do Sul, Austrália e Argentina (CRAWFORD et al., 1982; BELANT, 1997; YORIO et al., 1998; TEMBY, 2000; LISNIZER, 2011; LISNIZER et al., 2011).

Os trabalhos mais recentes da espécie focam a reprodução e distribuição espacial (YORIO et al., 1998; BRANCO, 2003; BRANCO, 2004; BARBIERI, 2008; BRANCO et al., 2009; PRELLVITZ et al., 2009; DANTAS et al., 2010; CARNIEL e KRUL, 2010; LISNIZER et al., 2011), além da dieta (SCHIAVINI e YORIO, 1995), interação com o homem (YORIO e QUINTANA, 1996), associação com parasitas (TWENTYMAN e ALLEY, 1999), e interação com a pesca (FURNESS e MONAGHAN, 1987; BLABER et al., 1995; ORO, 1996; BRANCO, 2000, 2001, 2003; SKOV e DUNRINCK, 2001; MARTINEZ-ABRAÍN et al., 2002; FURNESS, 2003; SULLIVAN et al., 2006; LOUZAO et al., 2006; ZADOR et al., 2008; EBERT e BRANCO, 2009). Isso nos mostra uma lacuna no que tange o levantamento de informações sobre distintos processos ecológicos envolvendo *L. dominicanus*.

THOMAS (1972) e FURNESS e MONAGHAN (1987), destacam que expansões populacionais de aves marinhas afetariam negativamente outras espécies costeiras, e o incremento do número dessas espécies próximo a centros urbanos poderiam provocar conflitos com o homem visto que estão associadas ao transporte de patógenos (OGG et al., 1989; Yorio et al., 1996). Para QUINTANA e YORIO (1998), na costa da Argentina, o forte incremento na população de *L. dominicanus* tem sido fator preponderante no surgimento de muitos problemas nas cidades próximas à costa e também para muitas outras espécies de aves que ali se reproduzem.

Atualmente, pesquisas colocam em evidência a associação de contaminantes químicos à fauna marinha (BURGER e GOCHFELD, 1992; BARCELLOS et al., 1993; EVERS et al., 1998; HAX, 2000; WIESE e RYANN, 2003; COPELLO e QUINTANA, 2003; HUBER et al., 2003). Como resultado, destaca-se a presença de enfermidades e eventos de mortalidade massiva, cada vez mais comuns pelo aumento cumulativo de substâncias tóxicas ao longo da cadeia alimentar (SHERMAN, 2000). No Brasil, esse conhecimento é

limitado (SALVATORE *et al.*, 2005), o que reforça a necessidade de estudos aprofundados sobre o tema.

Durante muito tempo, tínhamos os oceanos como ambientes inalterados e com recursos ilimitados. No entanto, alterações antrópicas estão mudando esses padrões, provocando distúrbios ambientais diversos, assim como problemas para as espécies que dependem desses ecossistemas (SHERMAN, 2000). Hoje, os oceanos estão submetidos a uma enorme pressão de exploração e degradação, que vem aumentando nos últimos 50 anos. A contaminação das águas tem aumentado significativamente, colocando em risco esses ambientes (FÖRSTNER e WITTMAN, 1981).

Dentro deste contexto, as aves marinhas poderiam ser utilizadas como indicadores de qualidade ambiental (BURGER e GOCHFELD, 2004), refletindo alterações provocadas no ambiente marinho. Queda no número de indivíduos nas populações, diminuição do sucesso reprodutivo e nascimento de filhotes defeituosos provocados pela contaminação de pesticidas, mercúrio e petróleo são problemas correlacionados aos distúrbios provocados pelo homem (BOERSMA *et al.*, 2001). No Brasil, apesar do extenso litoral, onde 18 espécies de aves marinhas nidificam no ambiente insular (BRANCO, 2004), ainda são escassas as informações que integrem diferentes aspectos ecológicos dessas espécies.

O litoral de Santa Catarina possui aproximadamente 670 quilômetros de costa e cerca de 225 ilhas, ilhotes, parcéis e lages. Esta área corresponde a 39% da área do estado, concentrando aproximadamente 68% de toda a sua população (LOPES e DIAS, 1996). O autor desta que a pressão antrópica nesta área é elevada, colocando em risco ecossistemas naturais e espécies de importância econômica e ecológica. Entretanto, todo o litoral catarinense ainda carece de informações que subsidiem a tomada de decisão em um processo coerente de gestão ambiental (BRANCO, 2000).

Desta forma, pesquisas que busquem o entendimento sobre a vulnerabilidade da gaivota a contaminantes químicos e patogênicos, além da influência destes na ecologia reprodutiva da espécie são relevantes para gerenciamento desta como recurso natural, além de contribuir para a proteção dos ecossistemas marinhos. Este trabalho tem como objetivos estudar a associação de *L. dominicanus* à bactérias patogênicas, exposição a metais pesados, e atualização das informações da biologia reprodutiva no litoral de Santa Catarina.

1.1. Referências Bibliográficas

BARBIERI, E. Variação sazonal do gaivotão (*Larus dominicanus*) durante o ano de 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropical**, 8(2): 97–102, 2008.

BARCELLOS, C.; REZENDE, C.; PFEIFFER, W. Zn and Cd production and pollution in brazilian coastal region. **Marine Pollution Bulletin**, 22: 558-562, 1991.

BELANT, J. L. Gulls in urban environments: landscape-level management to reduce conflict. **Landscape and Urban Planning**, 38(3): 245-258, 1997.

BLABER, S. J. M.; MILTON, D. A.; SMITH, G. C.; FARMER, M. J. Trawl discards in the diets of tropical seabirds of the northern Great Barrier Reef, Australia. **Marine Ecology Progress Series**, 127: 1-13, 1995.

BOERSMA, P. D.; CLARK, J. A.; HILLGARTH, N. Seabird Conservation. In: SHEREIBER, E. A. e BURGER, J. (Orgs.) **Biology of Marine Birds**. New York: Editora CRC Press, 2001. p. 559-574.

BRANCO, J.O.; FRACASSO, H. A. A.; BARBIERI, E. Breeding biology of the kelp gull (*Larus dominicanus*) at Santa Catarina coast, Brazil. **Ornitologia Neotropical**, 20: 409–419. 2009.

BRANCO, J.O. Aves marinhas das Ilhas de Santa Catarina. In: BRANCO, J.O. (Org.) **Aves marinhas e insulares brasileiras: biologia e conservação**. Itajaí: Editora da Univali, 2004. p.15-36.

BRANCO, J. O. Reprodução das aves marinhas nas ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira Zoologia**, 20(4): 619-623, 2003.

BRANCO, J. O. Descartes da pesca do camarão sete-barbas como fonte de alimento para aves marinhas. **Revista Brasileira Zoologia**, 18(1): 293-300, 2001.

BRANCO, J. O. Avifauna associada ao estuário do Saco da Fazenda. **Revista Brasileira Zoologia**, 17(2): 387-394, 2000.

BROOKE, R. K.; COOPER, J. What is the feeding niche of the Kelp gull in South Africa? **Cormorant**, 7: 27-29, 1979.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Colony and habitat selection of six kelp gull *Larus dominicanus* colonies in South Africa. **Ibis**, 123: 298-310, 1980.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Marine birds as sentinels of environmental pollution. **Ecohealth**, 1: 263-274, 2004.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Predation and effects of humans on island-nesting seabirds. In: NETTLESHIP, D. N.; BURGER, J. e GOECHFELD, M. (orgs). **Seabirds on Islands, Threats, case studies and action plans**. Birdlife International, 1994. p. 39- 67.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Heavy metal and selenium concentrations in Black Skimmers (*Rynchops niger*): Gender Differences. **Archives of Environmental**

Contamination and Toxicology, 23: 431-434, 1992.

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Colony and habitat selection of six kelp gull *Larus dominicanus* colonies in South Africa. **Ibis**, 123: 298-310, 1980.

CARNIEL, V. L.; KRUL, R. Numbers, timing of breeding, and eggs of Kelp Gulls *Larus dominicanus* (Charadriiformes: Laridae) on Currais Islands in southern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, 18(3): 146-15, 2010.

COPELLO, S; QUINTANA, F. Marine debris ingestion by Southern Giant Petrel and its potential relationship with fisheries in the Southern Atlantic Ocean. **Pollution Bulletin**, 46: 1504-1515, 2003.

CRAWFORD, R. J. M.; COOPER, J.; SHELTON, P. A. Distribution, population size, breeding and conservation of the Kelp Gull in Southern Africa. **Ostrich**, 53: 164-177, 1982.

DANTAS, G. P. M.; RUEDA, A. V. L.; SANTOS, F. A.; MORGANTE, J. S. Sex ratio of the Kelp Gull *Larus dominicanus* (Charadriiformes: Laridae) on the Brazilian coast. **Revista Brasileira de Ornitologia**, 18(3): 152-156, 2010.

EBERT, L. A.; BRANCO, J. O.; BARBIERI, E. Daily activities of *Larus dominicanus* (Lichtenstein 1823) at Saco da Fazenda, Itajai-Açu river estuary, Itajai, SC. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 9(3): 199-206, 2014.

EBERT, L.; BRANCO, J. Variação sazonal na abundância de *Larus dominicanus* (Aves, Laridae) no Saco da Fazenda, Itajaí, Santa Catarina. **Iheringia**. 99(4): 437- 441, 2009.

EVERS, D.C.; KAPLAN, J.D.; MEYER, M.W.; REAMAN, P.S.; BRASELTON, W.E.; MAJOR, A.; BURGESS, N.; SCHEUHAMMER, A.M. Geographic Trend in mercury measured in common loon feathers and blood. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 17(2): 173-183, 1998.

FLEMING, L.E; BROAD, K.; CLEMENT, A.; DEWAILLY, E.; ELMIR, E.; KNAP, A.; POMPONI, S.A.; SMITH, S.; GABRIELE, H; WALSH, P. Oceans and human health: emerging public health risks in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 53, p.545-560, 2006.

FÖRSTNER, U; WITTMANN, G. **Metal Pollution in the Aquatic Environment**. Nova York: Editora Springer-Verlag, 1981.

FURNESS, R.W.; MONAGHAN, P. **Seabird Ecology**. New York: USA: Chapman & Hall PRESS, 1987.

FURNESS, R. W. Impacts of fisheries on seabirds communities. **Scientia Marina**, 67: 33-45, 2003.

GIACCARDI, M., YORIO, P., LIZURUME, E. Patrones estacionales de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en un basural Patagónico y sus relaciones con el manejo de residuos urbanos y pesqueros. **Ornitologia Neotropical**, 8: 77-84, 1997.

- HAX, L.F. Recursos vivos do mar e poluição. Direito da Água. **Revista Centro de Estudos Juridiciário do Conselho da Justiça Federal**, n. 12, p.58-62, 2000.
- HIGGINS, P. J.; DAVIES, S. J. J. F. **Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds**. Melbourne: Oxford University Press, 1996. P. 1086.
- HUBER, M.E.; DUCE, R.A.; BEWERS, J.M.; INSULL, D.; JERFIC, L. KECKES, S. Priority problems facing the global marine and coastal environment and recommended approach to their solution. **Ocean & Coastal Management**, 46: 479-485, 2003.
- LISNIZER, N. **Dinámica poblacional de la gaviota cocinera em el litoral Patagónico: um enfoque regional para el manejo y la conservación**. Tese de Doutorado em Biología. Universidad del Comahue, 2011.
- LISNIZER, N; GARCIA-BORBOROGLU, P; YORIO, P. Spatial and temporal variation in population trends of Kelp Gulls in northern Patagonia, Argentina. **Emu**, 111: 259–267, 2011.
- LOPES, J. C. A.; DIAS, I. F. O. **Iº Relatório do plano de ação emergencial da Reserva Marinha do Arvoredo**. Florianópolis: Editora do IBAMA, 1996.
- LOUZAO, M.; IGUAL, J. M.; McMINN, M.; AGUILAR, J. S., TRIAL, R.; ORO, D. Small Pelagic Fish, trawling discards and breeding performance of the critically endangered Balearic Shearwater: improving conservation diagnosis. **Marine Ecology Progress Series**, 318: 247-254, 2006.
- MCLACHLAN, G. R.; LIVERSIDGE, R. **Roberts' birds of South Africa**. South África: Central News Agency, 1978.
- MARTINEZ-ABRAÍN, A.; RAQUEL, M.; ORO, D. Demersal trawling as a food source for Western Mediterranean seabirds during the summer. **ICES, Journal of Marine Science**, 59: 529-537, 2002.
- NOVELLI, R. **Aves marinhas costeiras do Brasil: identificação e biologia**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 1997.
- OGG, J.E.; RYDER, R.A.; SMITH H.L. Jr. Isolation of *Vibrio cholerae* from aquatics birds in Colorado and Utah. **Applied and Environmental Microbiology**, 55: 95-99. 1989.
- ORO, D. Effects of trawler discard availability on egg laying and breeding success in the lesser black-backed gull *Larus fuscus* in the western Mediterranean. **Marine Ecology Progress Series**, 132: 43-46, 1996.
- PRELLVITZ, L. J.; HOGAN, R. I.; VOOREN, C. M. Breeding biology of kelp gulls (*Larus dominicanus*) on deserta island, southern Brazil. **Ornitologia Neotropical**, 20: 61–72, 2009.
- QUINTANA, F.; YORIO, P. Kelp gull *Larus dominicanus* predation on an imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps* colony in Patagonia. **Marine Ornithology**, 26: 84-85, 1998.

SALVATORE S.; ALVES, V.C.; HACON, S. Aves e mamíferos marinhos como sentinelas ecológicas da saúde ambiental: uma revisão do conhecimento brasileiro. **Cadernos Saúde Coletiva**, 13(4): 927-946, 2005.

SCHLATTER, R. P.; SIMEONE, A. Estado del conocimiento y conservacion de las aves en mares Chilenos. **Estudios Oceanológicos**, 18: 25-33, 1999.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SCHIAVINI, A.; YORIO, P. Distribution and abundance of seabird colonies in the Argentine sector of the beagle channel, Tierra del Fuego. **Marine Ornithology**, 23: 39-46, 1995.

SHERMAN, B. H. Marine Ecosystem Health as an expression of morbidity, mortality and disease events. **Marine Pollution Bulletin**, 41: 232-254, 2000.

SKOV, H.; DUNRINCK, J. Seabirds attraction to fishing vessels is a local process. **Marine Ecology Progress Series**, 214: 289-298, 2001.

SULLIVAN, B. J.; THIMOTHY, A. R.; BUGONI, L. Seabird mortality on factory trawlers in the Falklands islands and beyond. **Biological Conservation**, 131:495-504, 2006.

TEMBY, I.; PIECES, D. Examples of the economic impact and management of the silver gull (*Larus novaehollandiae*) in Melbourne, Australia. 2000. **National Wildlife Research Center Symposia Human conflicts with wildlife**. <<http://digitalcommons.unl.edu/nwrchumanconflicts/19>>. Acessado em: 20/01/2015.

THOMAS, G. J. A review of gull damage and management methods at nature reserves. **Biological Conservation**, 4: 117 – 127, 1972.

TWENTYMAN, C. M.; ALLEY, M. R. Circovirus-Like infection in a southern black-backed gull (*Larus dominicanus*). **Avian Pathology**, 28: 513 – 517, 1999.

YORIO, P., BERTELOTTI, M., GANDINI, P.; FRERE, E. Kelp Gulls *Larus dominicanus* breeding on the Argentina coast: population status and relationship with coastal management and conservation. **Marine Ornithology**, 26: 11-18, 1998.

YORIO, P.; QUINTANA, F. Efectos del disturbio humano sobre una colonia mixta de aves marinas en Patagonia. **Hornero**, 14: 60-66, 1996.

YORIO, P.; FRERE, E., GANDINI, P.; GIACCARDI, M. Uso de basurales urbanos por gaivotas: magnitud del problema y metodologías para su evaluación. **Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica**, 22: 1-22, 1996.

ZADOR, S. G.; PUNT, A. E.; PARRISH, J. K. Population impacts of endangered short-tailed albatross bycatch in the Alaskan trawl fishery. **Biological Conservation**, 141: 872-882, 2008.

WATSON, G. E. **Birds of the Antartic and Sub-Antartic**. Washington: American Geophysical Union, 1975.

WIESE, F.K.; RYAN, P. C. The extent of chronic marine oil pollution in southeastern Newfoundland waters assessed through beached bird surveys 1984-1999. **Marine Pollution Bulletin**, 46: 1090-1101, 2003.

2. CAPÍTULO 1

**PATHOGENIC BACTERIA ASSOCIATED WITH KELP GULL *LARUS DOMINICANUS*
LICHTENSTEIN, 1823 (AVES, LARIDAE) ON THE COAST OF SANTA CATARINA
STATE, BRAZIL**

2.1. Abstract

Seabirds such as *Larus dominicanus* are very vulnerable to contaminants and pathogens and can be used to reflect changes in the health of marine ecosystem. The objective of this study was to identify pathogenic bacteria associated with the Kelp Gulls on the coast of Santa Catarina. Monthly campaigns were made on three coastal islands, where cloacal samples were taken from young gulls and used for microbiota identification. In the laboratory the samples were analyzed, targeting species gram-negative (genus *Salmonella*) and gram-positive (genus *Staphylococcus*). Through specific biochemical tests were identified 23 species. The Kruskal-Wallis test ($H = 74,914$; $n = 33$; $p < 0,05$) indicated significant differences among the islands applied to number of isolated strains per specie. Tamboretes Island presented higher diversity (2.36) of bacteria, followed by Moleques do Sul (2.10) and Lobos Islands (1.35). Moleques do Sul had the highest richness value (2.87), followed by Tamboretes (2.55) and Lobos (1.14). The equitability was higher for Tamboretes (0.92), followed by Moleques do Sul (0.79) and Lobos (0.51). Greater similarity between Tamboretes and Moleques do Sul was observed by Jaccard. However Bray-Curtis indicated greatest association between Lobos and Tamboretes. The results suggest that pathogenic bacteria are associated with young gulls.

Key words: *Larus dominicanus*; pathogenic bacteria; seabirds; Santa Catarina.

2.2. Introduction

Seabirds can be used as indicators of quality marine environments (Furness, 1987). In particular, coastal regions are fragile ecosystem and susceptible to anthropogenic exploitation. Thus, in a context-defined biological monitoring, birds stand out as important biomarkers. Besides their ecological role, seabirds may reflect changes in ecosystems through behavioral changes, eating habits and reproductive aspects. Therefore, they may be used to reflect changes on health marine environments, being known as sentinels ocean (Boersma *et al.*, 2001).

Within such context, the species *Larus dominicanus* (Lichtenstein, 1823) has become important to the understanding of some of these problems. In recent decades, researchers have observed a significant increase in populations of the kelp gull, as the species is also known. These observations have mainly occurred in coastal areas of North America, Europe, Canada, South Africa, Australia and Argentina (Yorio *et al.*, 1998; Borboroglu and Yorio, 2004; Altwegg *et al.*, 2007). In general, these birds have been able to increase the number of individuals due to their ability to use foods from anthropogenic origin (Yorio *et al.*, 1998), and also to what many researchers have called reproductive plasticity, in which different populations complete their reproductive cycle in distinct times throughout the year (Burger and Gochfeld, 1996).

The kelp gull is found along the coast as well as on continental land throughout the Atlantic, from Brazil to Tierra del Fuego to the Antarctic Peninsula and sub-Antarctic islands. It is also present on the Pacific coast of South America, southwestern Africa,

Australia, and New Zealand (Yorio and Quintana, 1996). This species is also present on the Brazilian coast between the states of Rio Grande do Sul and Espírito Santo (Sick 1997). Schiefler and Soares (1995) argue that the gull *L. dominicanus* is one of the most common seabirds of Santa Catarina coast, being abundant in beaches, mangroves, islands and coastal lagoons. It is a very opportunistic species regarding feeding and habitat use, thus being able to occupy urbanized environments and also landfills near these (Ebert and Branco, 2009).

The microbiota of birds is affected by many factors. Among such factors, the type of diet, dwelling environment, antibiotic contamination and infection by pathogenic organisms can be highlighted (Palmgren *et al.*, 1997; Lu *et al.*, 2003). Other authors emphasize that diseases in wild birds can be acquired through infectious agents, mainly related to the birds dwelling places and also due to their eating habits and the type of resources available for such purpose (Mills *et al.*, 1999; Waldenstrom *et al.*, 2002; Maul *et al.*, 2005). As the number of individuals of this species near coastal urban areas is increasing, a significant potential for these birds to be regarded as disseminator vectors of pathogenic species to humans is observed. These pathogens can be transmitted via cross contamination, through contact with food and the man (Kelley *et al.*, 1998).

Kelp gulls are member of Chariiformes order, which can be observed in some continents, thus contributing to the spread of diseases and pathogens, carrying them from one region to the other, increasing the contamination areas (Santos *et al.*, 2012). Wild birds, especially migratory waterfowl, are considered carriers or potential reservoirs of several pathogens, and may therefore play an important role in a disease epidemiology chain due to their ability to fly several regions in a short time span (Silva *et al.*, 2011; Benskin *et al.*, 2009).

In Brazil, recent studies have focused on reproduction and distribution (Barbieri 2008; Ebert and Branco, 2009; Branco 2004; Branco *et al.*, 2009), whereas the main studies elsewhere are related to diet (Schiavini and Yorio, 1995) and the species interaction with the man (Yorio and Quintana, 1996). In New Zealand, a study refers to the presence of nematodes, cestodes and trematodes in the digestive tract of gulls (Twentyman and Alley, 1999). A very interesting and widely studied aspect concerns the interaction between industrial fishing and seabirds, especially *L. dominicanus*. Some studies address the negative aspects of such interaction, such as the mortality caused by fishing implements. Others approach ecological issues, although these are not yet fully understood (Furness and Monaghan, 1987; Blaber *et al.*, 1995; Furness 2003; Branco, 2000, 2001, 2003; Skov and Durinck, 2001; Martinez-Abraín *et al.*, 2002; Sullivan *et al.*,

2006; Louzao *et al.*, 2006; Zador *et al.*, 2008). This shows a gap regarding the understanding of other ecological processes involving seabirds which, in an environmental context, would be important information for better management and protection of marine ecosystems.

Currently, studies that seek to understand the relationships between wild birds and the diseases transmission through cross contamination are increasing gradually, reflecting the importance of studies that may show the increase of such problems, particularly for public health. Thus, understanding the bacterial microbiota of clinically healthy wild birds is important for understanding the epidemiology of bacterial diseases that can affect their own populations as well as similar species, being an important means for prophylaxis (Dobbin *et al.*, 2005; Sarker *et al.*, 2012).

This study aimed to identify bacteria species associated with *L. dominicanus* at the Santa Catarina islands, as well as to identify these microorganisms as potential vectors of disease transmittion for these seabirds and also humans.

2.3. Materials and Methods

2.3.1. Study area

From May/2011 to November/2013, monthly campaigns were made on three coastal islands located in the southern Brazil of Santa Catarina state, called Tamboretes, Moleques do Sul and Lobos respectively. The Tamboretes archipelago is composed of the Norte, Porto, Meio and Bird islands and is located on the northern Santa Catarina (26°22'10" S, 48°31'11" W), five kilometers away from the coast approximately.

This archipelago is inserted in the state park called Acaraí, created in 2005. It has 6.667 acres and great diversity of fauna and flora. The Bird Island was used as a representative of archipelago, where all samples were collected. The Moleques do Sul Island (27°50' S, 48°25' W), is located in a central portion of the state of Santa Catarina, 12 kilometers away from the coast of Florianópolis. This island is part of a natural state park called Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (Bege and Pauli, 1989; Branco 2004). The Ecological Reserve of Lobos Island is located between the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, in front of Laguna city (26°48' S, 48°23' W), and constitutes an important nesting area for the *L. dominicanus* (Figure 1). It should be noted that a management plan for this conservation area has not yet been developed and the site has consistently suffered anthropogenic pressures, such as unsustainable tourism, indiscriminate fishing, and great movement of vessels, besides the risk of contamination

by oil and other chemical pollutants (Branco 2004; Cesconetto *et al.*, 2011).

For this research important to observe that the islands are located at the north, center and south of the Santa Catarina state. Thus, the geographic distribution of these islands was taken into account to obtain representative samples of the entire Santa Catarina coast, and also the biggest colonies of *L. dominicanus* (Figure 1).

2.3.2. Field activities

Monthly visits to the islands were held between May 2011 and November 2013. Despite the impossibility of capturing adult gulls during their offspring growing period, it was possible to capture immature individuals that were not yet able to fly, from which cloacal samples were obtained and used for microbiota identification. On Moleques do Sul, the field occurred between May 2011 and November 2011 (number of outings = 6), whereas the fieldwork on Tamboretes, located in the north of the state, was conducted between May 2012 and November 2012 (number of outings = 6); on Lobos, in the south, the outings occurred between August and November 2013 (number of outings = 3).

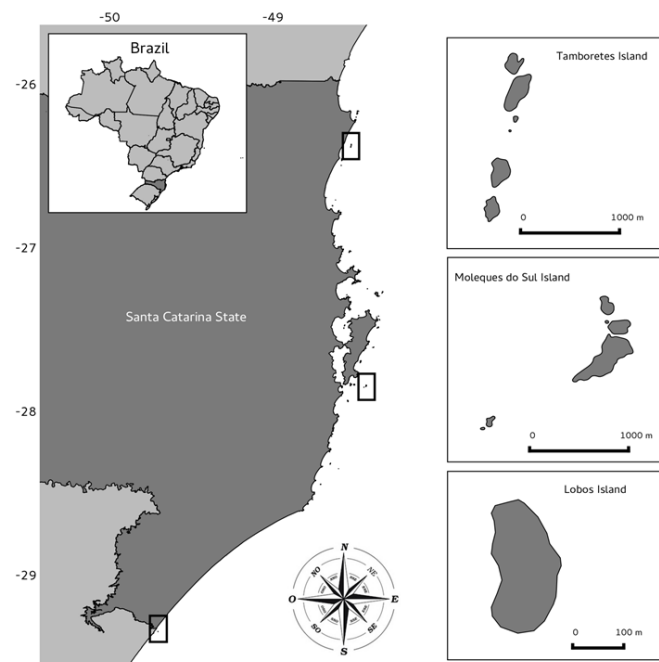


Figure1. The map above shows the three islands where were conducted the field activities, located at Santa Catarina coast, south Brazil.

Samples were obtained with the use of cloacal swab containing Cary Blair culture medium for transport. For each sample one young gull was captured. The samples were kept at room temperature, packed in polystyrene boxes and sent to the laboratory within two days on average from the date of collection. In the laboratory, the samples were

placed in peptone water and kept at 35°C for 48 hours. Subsequently the samples were transferred to tetrathionate broth, targeting species gram-negative (genus *Salmonella*), and also seeded in mannitol salt agar to obtain gram-positive bacteria (genus *Staphylococcus*). The samples remained in tetrathionate broth for 24 hours at 35°C and were then sown in Petri dishes with *Salmonella Shigella* (SS), Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) and Bismuth Sulphite agar (BS agar). After 24 hours of incubation all colonies were purified in TSA agar (trypticase soy agar) for observation of species morphology (Silva *et al.*, 2010).

Simmons' citrate agar (CS agar), Triple sugar iron (TSI agar), Urea broth agar (UB agar), SIM agar, and Rugai-lysine agar were used to identify Gram-negative bacteria. DNase agar, tube coagulase test, catalase test in blade, and PYR test were used to identify Gram-positive bacteria. All samples remained for 48 hours at 35°C after seeded in enrichment broths and biochemical tests, and 24 hours in selective media. Macroscopic features of the culture media employed were used for identification in accordance with the manufacturers, as well as the biochemical results used (Silva *et al.*, 2010).

2.3.3. Data analysis

The total number of swabs collected on the islands allowed the inoculation of Petri dishes, from which the frequency among the isolated strains was logged. For data analysis, Kolmogorov-Smirnov was used to observe the normality of data, and then, Kruskal-Wallis test was used to verify the existence of significant differences in the number of isolated strains identified among the islands. The results were presented in form of graphs and charts using Excel 2010 software. The Past 3.0 was used to calculate the diversity (Shannon-Weaver or H'), equitability (Pielou or J') and richness (Margalef or D_{mg}), as well as the Jaccard and Bray-Curtis similarity index.

2.4. Results

It was possible to capture 39 young gulls, where cloacal swabs were obtained: 17 samples were obtained in the Moleques do Sul Island, 13 samples in the Tamboretes (Bird Island) and 9 samples on Lobos Island, representing 43.6%, 33.3% and 23.1 % of the total samples respectively. In terms of percentages, the total number of species of bacteria identified by island in the cloacal samples of young gulls accounted were 42.42%, 39.39% and 18.18% respectively (Figure 2).

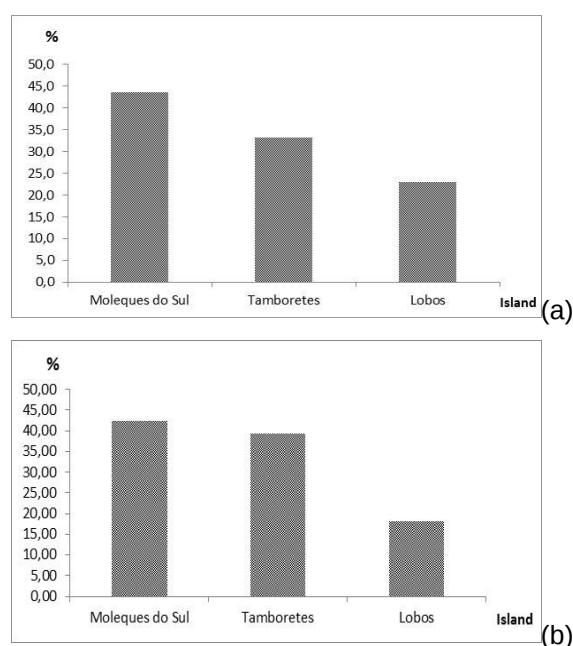


Figure 2. Percentage of samples obtained on the three islands (a), and percentage of the number of identified species of bacteria from cloacal swabs of *Larus dominicanus* on the three islands between May 2011 and November 2013.

Regarding the microbiota, a total of 23 species of bacteria belonging to 12 different genera were identified on the islands. On Moleques do Sul, a total of 14 species of pathogenic bacteria were identified, whereas 13 were identified on Tamboretes and 6 on Lobos Island. Of the twenty-three (23) species of bacteria identified, ten (10) were common to two or three islands. The 39 samples collected allowed the inoculation of 117 Petri dishes with specific culture media for the growth of bacterial colonies. Therefore, it was possible to register the number and frequency of isolated strains, according to the species of bacteria (Table 1).

Was not observed a normal distribution for number of isolated strains per species in each island. The Kruskal-Wallis test ($H = 74,914$; $n = 33$; $p < 0,05$) indicated significant differences among the islands applied to number of isolated strains per specie.

From the total number of inoculated dishes, in terms of percentages, as shown in Table 1, of the most representative species that are common to two or three islands, the following stand out: *Staphylococcus aureus* (30.43%, 35.90% and 25.69% - Moleques do Sul Islands, Lobos Islands and Tamboretes Islands, respectively), *Salmonella enteritidis* (20.65%, 24.36% and 17.43% - Moleques do Sul, Lobos and Tamboretes, respectively), *Citrobacter koseri* (11.96%, 14.10% and 10.09% - Moleques do Sul, Lobos and Tamboretes, respectively) and *Shigella sp.* (7.61% and 6.42% - Moleques do Sul and

Tamboretes Islands, respectively). For all other species identified, the number of strains was less than 5%, and/or were not common to two or more islands.

Values for diversity (Shannon-Weaver), richness (Margalef), and equitability (Pielou) indices were calculated using the number of strains per species and for each of the studied islands. Values are presented in tables (Table 2).

Table 1. This table presents the identified species of bacteria (Coloring by Gram Method – or +) in the population of *Larus dominicanus* between May 2011 and November 2013. The values of (n) show the number of isolated strains tested by a specific biochemistry protocol, while the values of (%) reflect such number in terms of percentage.

Moleques do Sul Island				Lobos Island				Tamboretes Island			
Species (sp.)	Gram	n	%	Species (sp.)	Gram	n	%	Species (sp.)	Gram	n	%
<i>Citrobacter koseri</i>	-	11	11.96	<i>Citrobacter koseri</i>	-	11	14.10	<i>Citrobacter amalonatius</i>	-	1	0.92
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	2	2.17	<i>Enterobacter cloacae</i>	-	1	1.28	<i>Citrobacter freundii</i>	-	6	5.50
<i>Enterobacter agglomerans</i>	-	1	1.09	<i>Proteus mirabilis</i>	-	18	23.08	<i>Citrobacter koseri</i>	-	11	10.09
<i>Escherichia coli</i>	-	2	2.17	<i>Providencia rettgeri</i>	-	1	1.28	<i>Enterococcus spp.</i>	+	4	3,67
<i>Klebsiela pneumoniae</i>	-	4	4.35	<i>Salmonella enteritidis</i>	-	19	24.36	<i>Escherichia coli</i>	-	2	1.83
<i>Leclercia adecarboxylata</i>	-	1	1.09	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	28	35.90	<i>Klebsiela pneumoniae</i>	-	4	3.67
<i>Proteus vulgaris</i>	-	4	4.35	**	**	**	**	<i>Proteus mirabilis</i>	-	18	16.51
<i>Salmonella cholerae suis</i>	-	1	1.09	**	**	**	**	<i>Proteus vulgaris</i>	-	4	3.67
<i>Salmonella enteritidis</i>	-	19	20.65	**	**	**	**	<i>Salmonella enteritidis</i>	-	19	17.43
<i>Salmonella typhy</i>	-	4	4.35	**	**	**	**	<i>Salmonella typhy</i>	-	4	3.67
<i>Shigella spp.</i>	-	7	7.61	**	**	**	**	<i>Shigella spp.</i>	-	7	6.42
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	28	30.43	**	**	**	**	<i>Staphylococcus aureus</i>	+	28	25.69
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	+	7	7.61	**	**	**	**	<i>Yersinia sp.</i>	-	1	0.92
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	-	1	1.09	**	**	**	**	**	**	**	**
		92	100.00			78	100.00			109	100.00

Through the Figure 3, it was possible to observe the frequency of tested colonies or strains for a specific biochemistry protocol, allowing the identification of particular species of bacteria.

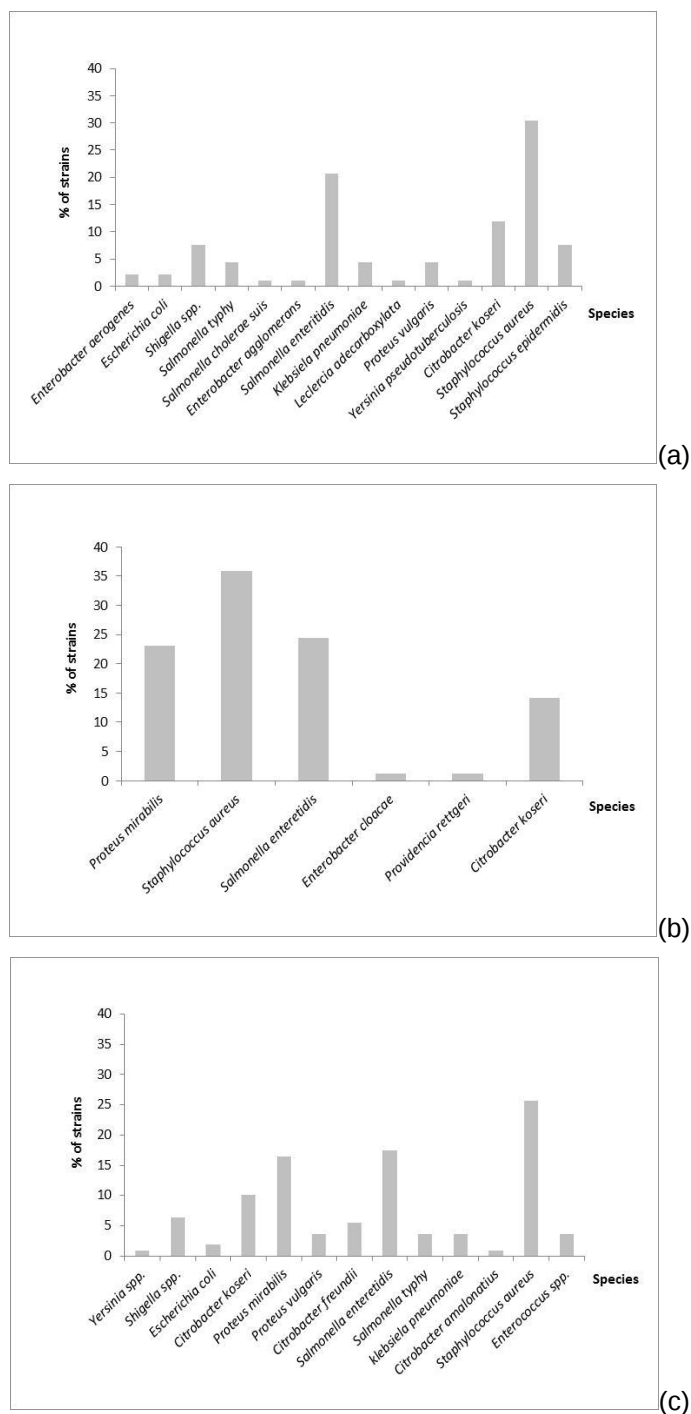


Figure 3. The figure above shows the frequency among the isolated strains. The records are for Moleques do Sul Island (a), Lobos Island (b) and Tamboretes Islands (c).

The Tamboretes Island presented higher diversity (2.36) of pathogenic bacteria, followed by Moleques do Sul (2.10) and Lobos Islands (1.35). Regarding the values recorded for the Margalef richness index, Moleques do Sul had the highest value (2.87), followed by Tamboretes (2.55) and Lobos (1.14). The Pielou equitability index was higher for Tamboretes (0.92), followed by Moleques do Sul (0.79) and Lobos (0.51).

The similarity was calculated using the Jaccard and Bray-Curtis methods. The values are presented in the Tables 3a and 3b, which allow for a comparison of the microbial diversity among the three islands.

Table 2. Values for diversity, richness and equitability index calculated for the number of isolated strains between May 2011 and November 2013.

	Moleques do Sul	Lobos	Tamboretes
Diversity (H')	2.1058	1.3592	2.3618
Richness (D_{mg})	2.8750	1.1477	2.5579
Equitability (J')	0.7979	0.5150	0.9208

Table 3. Values for the Jaccard (a) and Bray-Curtis (b) similarity index for the comparison between the number of isolated strains between May 2011 and November 2013.

(a)

	Moleques do Sul	Lobos	Tamboretes
Moleques do Sul	1.00	0.16	0.33
Lobos	0.16	1.00	0.31
Tamboretes	0.33	0.31	1.00

(b)

	Moleques do Sul	Lobos	Tamboretes
Moleques do Sul	1.00	0.61	0.68
Lobos	0.61	1.00	0.84
Tamboretes	0.68	0.84	1.00

Through Cluster charts of the three islands, a comparative analysis between the similarity indices show that Jaccard index demonstrated greater proximities between Tamboretes and Moleques do Sul (Figure 4a), while for the Bray-Curtis

indices, there was greater similarity between Lobos and Tamboretes (Figure 4b).

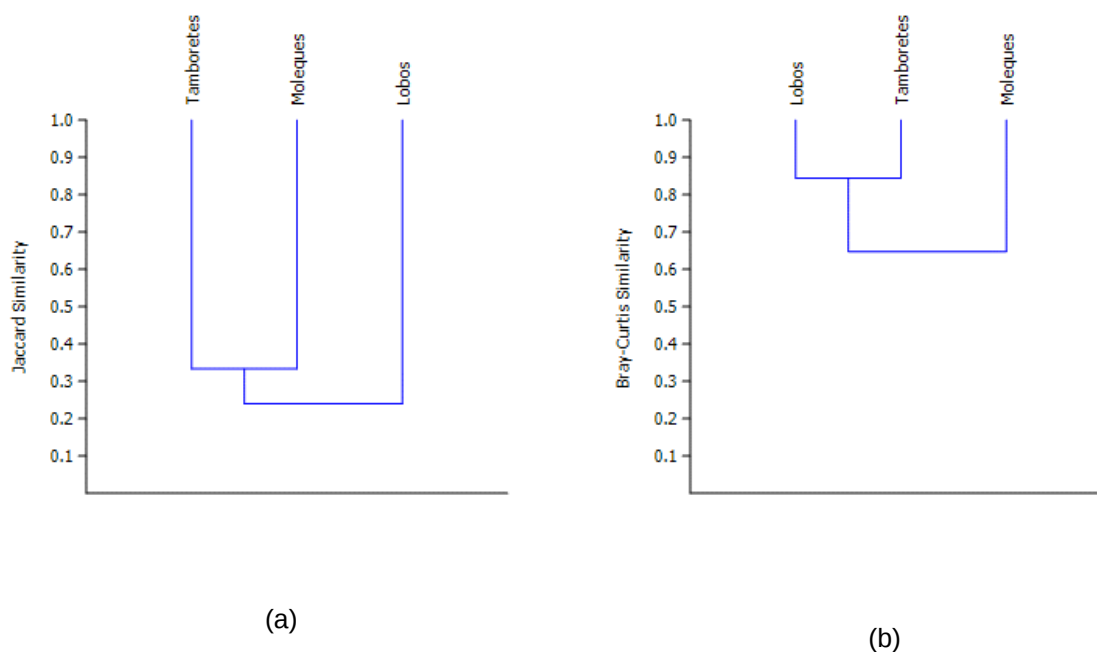


Figure 4. Similarity of species identified from isolates among Moleques do Sul, Tamboretes and Lobos islands, through the Jaccard (a) and Bray-Curtis (b) indices.

2.5. Discussion

The results of this study suggest a strong association between pathogenic bacteria and the species *L. dominicanus* caught on three islands of the coast of Santa Catarina, during their reproductive period. Of the 39 samples collected on the islands, all were positive for some pathogenic species of bacteria.

Thirty-two bacterial species were recorded from cloacal samples of the species *Sula leucogaster* on Ilhas Moleques do Sul and Ilhas Tamboretes, prompting for care in the spread of diseases through biological vectors (Castro-Silva *et al.*, 2011). The isolation of campylobacteria from *Larus ridibundus*, including species that are zoonotic enteropathogens, indicates that wild birds potentially serve as a reservoir for human infection (Debruyne *et al.*, 2010). The isolation of campylobacteria from *L. ridibundus*, including species that are zoonotic enteropathogens, indicates that wild birds potentially serve as a reservoir for human infection (Debruyne *et al.*, 2010). In Canada, a study conducted by Kinzelman *et al.*, (2008), it was observed that in 30% of samples, pathogenic

bacteria were found, indicating the possibility of the species *Larus argentatus* and *Larus delawarensis*, two very common gulls on the Canadian coast, to be vectors of diseases transmitted to humans.

The kelp gull is a very common bird on the entire Brazilian coast, and thus, it is important to acknowledge these gulls as a reservoir and potential vector of disease transmission. How this pathogenic microorganisms affects the kelp gull is a question to observe, because is unknow the effects on reproductive success for example.

Although still very incipient, seabirds microbiota studies can serve as an important control tool of pathological and epidemiological problems (Debruyne *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2012). The presence of species potentially hazardous to human health, such as the species of the genus *Salmonella*, combined with the ability of the birds to offset along the coast and even enter the coastal territory facilitates the transport of antibiotic-resistant strains and possible human pathogens (Potti *et al.*, 2002). Colonies of the species *Salmonella enteritidis* were observed in samples from all the islands, and it is the second highest occurring bacteria, in terms of percentage, among the colonies found. In studies of Kinzelman *et al.*, (2008), few samples of *Salmonella* were found, but they do not rule out the potential risk of seabirds to act as a reservoir of these bacteria.

Siebert *et al.*, (2012) investigating seabirds and coastal birds populations in Germany suggests that pathogenic bacteria such as *Clostridium perfringens* and *Escherichia coli* could harm the health of this birds by interfering, for example, on the reproductive success through premature mortality of juveniles and neonates. The authors Castro-Silva *et al.*, (2011) warn of the high risk of contamination of both public and animal health by bacteria of the type *Salmonella*, often associated with enteric and/or septic processes (Benskin *et al.*, 2009). *Salmonella enteritidis* and *Salmonella cholerae suis* stand out among the species with the greatest epidemiological significance.

Both species are important causes of infectious diseases that afflict individuals and their ability to mutate and antibiotic resistance. The production of cytotoxins, the presence of endotoxins and resistance to conventional antibiotics

are among the main virulence factors associated with infections by different serotypes of *Salmonella* in animals (Ribeiro *et al.*, 2010). *Salmonella enteritidis* was recorded in samples from all the islands, being the second largest group in representativeness.

These results suggest evidence that the gulls could act as a reservoir for such bacterial strains, becoming potential vectors of transmission of the associated diseases. In the Argentinean Patagonia region, the population of the species grows at alarming levels, causing numerous ecological problems and associated diseases binding problems, as they can take advantage of anthropogenic food available in that region (Schiavini and Yorio, 1995; Yorio *et al.*, 1998). Thus, careful strategies should be taken in order to allow the proper management of the species *L. dominicanus*.

The identification of the bacteria associated with seabirds is the first step towards differentiation between commensal and/or pathogenic microbiota present in the species *L. dominicanus*, which in turn can be affected by many variables such as diet, environment, and also the contact with other infected birds. Some authors point out that the habitat and feeding patterns can be decisive for the composition of the bacteria that will be associated with these birds (Mills *et al.*, 1999; Waldenstrom *et al.*, 2002; Maul *et al.*, 2005; Benskin *et al.*, 2009; Rose *et al.*, 2009; Debruyne *et al.*, 2010; Chryssanthou *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2012; Sarker *et al.*, 2012).

In Argentina, there is strong concern about the increase in populations of *L. dominicanus*, as it is often observed feeding on garbage dumps and landfills close to their breeding sites. In those articles, the authors emphasize the strong association between pathogenic bacteria and parasites, and externalize their concern about these animals acting as vectors of pathogen transmission to humans (Schiavini and Yorio, 1995; Yorio and Quintana, 1996; Frere *et al.*, 2000; Diaz *et al.*, 2011).

The most representative species in our study, in order of importance and similar to all the islands, were the species *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* and *Citrobacter koseri*. Although some studies analyzing the microbiota

associated with seabirds and shorebirds demonstrated the presence of *Escherichia coli* (Schiavini and Yorio, 1995; Yorio and Quintana, 1996; Kinzelman *et al.*, 2008; Castro-Silva *et al.*, 2011), the results for this species was lower than 2%, observed in samples from Tamboretes and Moleques do Sul Islands.

This species is usually associated with environments contaminated with human waste and such correlation could indicate unsanitary environment. Tamboretes Islands, located in the northern-central coast of Santa Catarina, is close to the largest industrial center of the state, the city of Joinville, and records of *Escherichia coli* of these samples may suggest evidence of contamination of these sites. This bacterial species is one of those species in which strains multidrug-resistant to antimicrobials have rapidly emerged, due to its wide environmental distribution and coverage in the possibilities of placement to man and animals (Rose *et al.*, 2009).

The species *L. dominicanus* is often observed feeding near the fishing companies in the state of Santa Catarina, where fish are handled, often without proper sanitization methods. Close contact of the gull at these places could potentiate the risk of cross contamination to humans through contaminated fish consumption (Ebert and Branco, 2009). Studies showed that the gulls contribute to the contamination of oysters in nature and in cultivation farms which could there by potentiate the transmission of diseases to humans (Albarnaz *et al.*, 2007).

However, attention should also be given to other species of bacteria identified, which are related to the type of feeding of the *L. dominicanus*. Lobos and Tamboretes Islands are close to major urban centers, only a few miles away from the coast, and there are reports that the gulls could take food from anthropogenic origin deposited in those cities landfills. As an opportunistic feeding (Schiavini and Yorio, 1995; Yorio *et al.*, 1998; Ebert and Branco, 2009), it often resorts to alternative sources to get their food out of the breeding season, thus contributing to the carrying of harmful species of bacteria to the Santa Catarina islands. As an example, the genus *Enterobacter*, observed in samples collected on Lobos and Moleques do Sul, is responsible for various infectious diseases, and in birds, *Staphylococcus aureus* is known to cause various diseases such as chronic

osteomyelitis and acute septicemia (Skeeles, 1997).

Microbial diversity at Tamboretes showed the highest values for Shannon ($H' = 2,3618$), which may represent evidence of environmental contamination, since this island is close to the largest industrial center in the state of Santa Catarina. This information is similar to the results observed for microbiota of shorebirds in the estuary of the Tagus, near Lisbon in Portugal (Santos *et al.*, 2012). For Jaccard, a qualitative index, greater similarity occurred between Tamboretes and Moleques do Sul Islands, whereas Bray-Curtis (quantitative index) approaches Lobos and Tamboretes islands regarding its microbial diversity.

This type of information is very important for the environmental management, whereas the diversity of the pathogenic bacteria could be correlated to aspects of environmental contamination. With the exception of Tamboretes, both Moleques do Sul and Lobos are located in areas of ecological importance. Moleques do Sul is inserted in a state park called Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, home to endemic species (Cherem *et al.*, 2011), whereas Lobos Island is a nursery for several marine species, especially whales that migrate from the Argentinian Patagonia to give birth in warmer waters (Cesconetto *et al.*, 2011).

Other species of bacteria identified in this study may also contribute to the transmission of severe diseases. In Bangladesh, *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., *Escherichia coli*, *Proteus* spp. and *Salmonella* spp. were isolated from oral swabs, cloacal swabs and faecal samples of apparently healthy six different species of water birds (Sarker *et al.*, 2012).

Studies show that samples of *Yersinia* sp., when inoculated intragastrically in man, have the ability to invade multiple organs and tissues, where they remain for varying periods (Medeiros *et al.*, 1987). The presence of bacteria such as *Yersinia pseudotuberculosis* and *Klebsiella pneumoniae* found in samples of *L. dominicanus* feces reinforce theories that these birds serve as vectors of contamination and development of resistant strains of these species. The isolated species *Providencia rettgeri* is a kind of Gram-negative bacteria belonging to the *Enterobacteriaceae* family. They are opportunistic pathogens in humans and are mainly related to urinary tract infection, especially in patients with extensive burns

or probes. This species is still related to cases of urinary tract infection and is also a serious problem of hospital contamination, as observed in the probes used in patients (Sousa *et al.*, 2004).

In general, the observation of pronounced levels of pathogenic bacteria leads to hypotheses for explaining the marine environment contamination. According to these results, in the Southern Argentinean town of Ushuaia, the Antarctic Peninsula, Antarctic Islands and the Falkland Islands were found a wide variety of yeast and bacteria associated with gulls, probably reflecting pollution of coastal seawater from urban waste and other human activities (Chryssanthou *et al.*, 2011).

Thus, the presence of contaminated *L. dominicanus* suggests that areas near the studied islands are unhealthy environment and/or such areas have their conservation status changed. Noteworthy is that these islands are located in key areas of environmental conservation, such as the Parque Estadual da Serra do Tabuleiro and a marine reserve called Reserva Marinha do Arvoredo. This study is a first for the coastal region of Santa Catarina and contributes with updated information on the microbiota present in seabirds. Research of this magnitude are very important for the management of the marine environment, allowing effective prophylactic measures to combat possible pathogenic outbreaks.

2.6. Acknowledgements

This research was founded by Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CNPQ), Brazil, under a posgraduate fellowships number 141672 / 2011-0. All the logistics fields atctivities were conducted by support of Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI), Clube de Observadores de Aves do Vale Europeu (COAVE) and Projeto Aves Marinhas, CTTMar – UNIVALI.

2.7. References

Albarnaz JD, Toso J, Correa AA, Simoes, CMO, Barardi CRM (2007) Relationship between the contamination of gulls (*Larus dominicanus*) and oysters (*Crassostrea gigas*) with Salmonella serovar Typhimurium by PCR-RFLP. Int J Environ Res 17(2): 133 – 140.

- Altwegg R, Crawford RJM, Underhill LG, Martin AP, Whittington PA (2007) Geographic variation in reproduction and survival of kelp gulls *Larus dominicanus vetula* in southern Africa. *J Avian Biol* 38: 580-586.
- Barbieri E (2008) Variação sazonal do gaivotão (*Larus dominicanus*) durante o ano de 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop* 8(2): 97–102.
- Bege LAR, Pauli BT (1989) As aves nas ilhas Moleques do Sul – Santa Catarina: aspectos da ecologia, etologia e anilhamento de aves marinhas. FATMA Press, Florianópolis.
- Benskin CMcWH, Wilson K, Jones K, Hartley IR (2009) Bacterial pathogens in wild birds: a review of the frequency and effects of infection. *Biol Rev* 84: 349–373.
- Blaber SJM, Milton DA, Smith GC & Farmer MJ (1995) Trawl discards in the diets of tropical seabirds of the northern Great Barrier Reef, Australia. *Mar Ecol Prog Ser* 127: 1-13.
- Boersma PD, Clark JA, Hillgarth N (2001) Seabird Conservation. *In*. Shereiber, E.A., Burger, J. (eds). *Biology of Marine Birds*. New York, CRC Press, 559-574.
- Branco JO, Fracasso HAA, Barbieri E (2009) Breeding biology of the kelp gull (*Larus dominicanus*) at Santa Catarina coast, Brazil. *Ornitologia Neotropical* 20: 409–419.
- Branco JO (2004) Aves marinhas das Ilhas de Santa Catarina. *In*. Branco, J. (ed). *Aves marinhas e insulares brasileiras: biologia e conservação*. Itajaí, UNIVALI Press, 15-36.
- Branco JO (2003) Reprodução das aves marinhas nas ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil. *Rev Brasil Zoo* 20(4): 619-623.
- Branco JO (2001) Descartes da pesca do camarão sete-barbas como fonte de alimento para aves marinhas. *Rev Brasil Zoo* 18(1): 293-300.
- Branco JO (2000) Avifauna associada ao estuário do Saco da Fazenda. *Rev Brasil Zoo* 17(2): 387-394.
- Burger J, Gochfeld M (1996) Family *Laridae* (gulls). *In*. (Hoyo, J. del, Elliott, A., Sargatal J. (eds). *Handbook of the Birds of the World*. Lynx Edicions, Barcelona, Spain, 572–623.
- Castro-Silva MS, Manoel FC, Krueger J, Barreiros MAB, Branco JO (2011) Identificação de bactérias potencialmente patogênicas a humanos presentes em *Sula leucogaster* (Suliformes: Sulidae), no litoral de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 19(4): 520-524.

- Cesconetto C, Lopes GS, De-Rose-Silva R, Groch KR, Seyboth E (2011) Ocorrência de baleias francas austrais (*Eubalaena australis*) na área central da área de proteção ambiental da Baleia Franca durante a Temporada Reprodutiva de 2010. 3º Congresso Brasileiro de Biologia Marinha (CBBM), Natal, Rio Grande do Norte.
- Cherem JJ, Graipel ME, Tortato M, Althoff S, Bruggemann F, Matos J, Voltolini JC, Freitas R, Illenseer R, Hoffman F, Ghizoni IR, Bevilacqua A, Reinicke R, Salvador CS, Filippini A, Furnari N, Abati K, Moraes M, Moreira T, Oliveira-Santos L, Kuhnen V, Maccarini T, Goulart F, Mozerle H, Fantacini F (2011) Mastofauna terrestre do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas* 24(3): 73-84.
- Chryssanthou E, Wennberg H, Bonnedahl J, Olsen B (2011) Occurrence of yeasts in faecal samples from Antarctic and South American seabirds. *Mycoses* 54: 811–815.
- Debruyne L, Broman T, Bergstro S, Olsen B, On SLW, Vandamme P (2010) *Campylobacter volucris* isolated from black-headed gulls *Larus ridibundus*. *Int J Syst Evol Microbiol* 60: 1870–1875.
- Diaz JI, Cremonte F, Navone GT (2011) Helminths of the kelp gull *Larus dominicanus* from the northern Patagonian coast. *Parasitol Res* 109:1555–1562.
- Dobbin G, Haribaron H, Daoust P, Haribaron S, Heaney S, Coles M, Price L, Muckle C (2005) Bacterial flora of free-living Double-crested cormorant (*Phalacrocorax auritus*) chicks on Prince Edward Island, Canada, with reference to enteric bacteria and antibiotic resistance. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 28:71-82.
- Ebert LA, Branco JO (2009) Variação sazonal na abundância de *Larus dominicanus* (Aves, Laridae) no Saco da Fazenda, Itajaí, Santa Catarina. *Iheringia* 99: 437-441.
- Frere E, Gandini P, Peck, MR (2000) Gaviota Cocinera (*Larus dominicanus*) como vector potencial de patógenos en la costa patagónica. *Hornero* 15: 93-97.
- Furness RW, Monaghan P (1987) *Seabird Ecology*. Chapman & Hall Press, New York.
- Furness RW (2003) Impacts of fisheries on seabirds communities. *Sci Mar* 67: 33-45.
- Borboroglu PG, Yorio P (2004) Effects of microhabitat preferences on kelp gull *Larus dominicanus* breeding performance. *J Avian Biol* 35: 162-169.

- Kelley TR, Pancorbo MW, Barnharts HM (1998) Antibiotic resistance of bacterial litter isolates. *Poult Sci* 77: 243-247.
- Kinzelman J, Mclellan S, Amick A, Preedit J, Scopel C, Olapade O, Gradus S, Singh A, Sedmak G (2008) Identification of human enteric pathogens in gull feces at Southwestern Lake Michigan bathing beaches. *Can J Microbiol* 54: 1006–1015.
- Louzao M, Igual JM, McMin M, Aguilar JS, Triai R, Oro D (2006) Small Pelagic Fish, trawling discards and breeding performance of the critically endangered balearic shearwater: improving conservation diagnosis. *Mar Ecol Prog Ser* 318: 247-254.
- Lu J, Idris U, Harmon B, Hofacre C, Maurer JJ, Lee MD (2003) Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Appl Environ Microbiol* 69: 6816–6824.
- Martinez-Abraín A, Raquel M, Oro D (2002) Demersal trawling as a food source for Western Mediterranean seabirds during the summer. *ICES J Mar Sci* 59: 529-537.
- Maul J, Ganghi J, Farris J (2005) Community-level physiological profiles of cloacal microbes in songbirds (Order: Passeriformes): variation due to host species, host diet, and habitat. *FEMS Microbiol Ecol* 50: 19–28.
- Medeiros BMM de, Shimizu MT, Falcao DP (1987) Período de infectividade de animais inoculados experimentalmente com *Yersinia sp.* *Rev Saúde Pública* 21: 261-264.
- Mills T, Lombardo M, Thorpe P (1999) Microbial colonization of the Cloacae of nestlings tree swallows. *Auk* 116: 947–956.
- Palmgren H, Sellin M, Bergstrom S, Olsen B (1997) Enteropathogenic bacteria in migrating birds arriving in Sweden. *Scand J Infect Dis* 29: 565–568.
- Potti J, Moreno J, Yorio P, Briones V, Borboroglu GP, Villar S & Ballesteros C (2002) Bacteria divert resources from growth for magellanic penguin chicks. *Ecol Lett* 5: 709–714.
- Ribeiro MG, Fernandes MC, Paes AC, Siqueira AK, Pinto JPAN, Borges AS (2010) Caracterização de sorotipos em linhagens do gênero *Salmonella* isoladas de diferentes afecções em animais domésticos. *Pesq Vet Bras* 30(2): 155-160.
- Rose JM, Gast RJ, Bogomolni A, Ellis JC, Lentell BJ, Touhey K, Moore M (2009)

- Occurrence and patterns of antibiotic resistance invertebrates off the Northeastern United States coast. *FEMS Microbiol Ecol* 67: 421–431.
- Santos S, Pardal S, Proença D, Lopes R, Ramos J, Mendes L, Morais P (2012) Diversity of cloacal microbial community in migratory shorebirds that use the Tagus estuary as stopover habitat and their potential to harbor and disperse pathogenic microorganisms. *FEMS Microbiol Ecol* 82: 63–74.
- Sarker MAH, Jahan M, Parvin MN, Malek MA, Hossain MT (2012) Identification of bacterial flora isolated from apparently healthy water birds of dhaka zoo of Bangladesh Bangl J Vet Med 10(1&2): 21-26.
- Schiavini A, Yorio P (1995) Distribution and abundance of seabird colonies in the Argentine sector of the beagle channel, Tierra del Fuego. *Marine Ornithology* 23: 39-46.
- Schiefler AF, Soares M (1995) Estudo comparativo da avifauna das praias de Navegantes e Laguna, Santa Catarina. *Biotemas* 7(1&2): 31-45.
- Sick H (1997) *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira Press, Rio de Janeiro.
- Siebert U, Schwemmer P, Guse N, Harder T, Garthe S, Prenger-Berninghoff E, Wohlsein P (2012) Health status of seabirds and coastal birds found at the German North Sea coast. *Acta Vet Scand* 54(43): 2-8.
- Silva N da, Junqueira VCA, Silveira NF de A (2010) Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. Varela Press, São Paulo.
- Skeeles JK (1997) Staphylococcosis. *In*: Calnek, B.W. (ed). *Diseases of Poultry*. Iowa State University Press, Ames, 247-253.
- Skov H, Dunrinck J (2001) Seabirds attraction to fishing vessels is a local process. *Mar Ecol Prog Ser* 214: 289-298.
- Sousa OV de, Vieira RHF dos S, Menezes FGR de, Reis CMF dos, Hofer E (2004) Detection of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio cholerae* in oyster, *Crassostrea rhizophorae*, collected from a natural nursery in the Cocó river estuary, Fortaleza, Ceará, Brazil. *Rev Inst Med* 46(2): 59-62.
- Sullivan BJ, Timothy AR, Bugoni L (2006) Seabird mortality on factory trawlers in the Falklands islands and beyond. *Biol Cons* 131: 495-504.
- Twentyman CM, Alley MR (1999) Circovirus-Like infection in a southern black-backed gull *Larus dominicanus*. *Avian Pathol* 28: 513 – 517.
- Waldenstrom J, Carlsson T, Hasselquist I, Achterberg D, Wagenaar R, Olsen J (2002) Prevalence of *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter lari* and

Campylobacter coli in different ecological guilds and taxa of migrating birds. Appl Environ Microbiol 68: 5911–5917.

Yorio P, Bertelotti M, Gandini P, Frere E (1998) Kelp Gulls *Larus dominicanus* breeding on the Argentina coast: population status and relationship with coastal management and conservation. Marine Ornithology 26: 11-18.

Yorio P, Quintana F (1996) Efectos del disturbio humano sobre una colonia mixta de aves marinas en Patagonia. Hornero 14: 60-66.

Zador SG, Punt AE, Parrish JK (2008) Population impacts of endangered short-tailed albatross bycatch in the Alaskan trawl fishery. Biol Cons 141: 872-882.

3. CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇOS UTILIZANDO PENAS DE *LARUS DOMINICANUS* LICHTENSTEIN, 1823 (AVES, LARIDAE) NO LITORAL DE SANTA CATARINA, BRASIL

3.1. Abstract

Currently seabirds are being used as bio-indicators of environmental quality of oceans, especially as regards quantification and tracking of pollution sources. In Brazil there are few studies of monitoring and heavy metal contamination using seabirds. The objective of this study was to evaluate the contamination of young gulls *Larus dominicanus* by lead, chromium, mercury and zinc in three islands of Santa Catarina coast. The analysis followed the ABNT-NBR protocol 10.006 and ABNT-NBR 10.007 to obtain solubilized extract. The reading was made in a spectrophotometer Varian 50B. On Lobos were found the highest concentrations for Zn ($83,32 \pm 21,36$) and Pb ($1,83 \pm 1,21$), whereas in Tamboretes was found the lowest values for zinc. It is expected that in young gulls are found lower concentrations of metals when compared to adults due to the process of bioaccumulation. The Kruskal-Wallis indicates significant differences for lead ($H = 21,84$; $n = 27$; $p < 0,05$) and zinc ($H = 958,80$; $n = 27$; $p < 0,05$) among the islands. No differences for Cr ($H = 3,08$; $n = 27$; $p < 0,05$) e Hg ($H = 3,00$; $n = 27$; $p < 0,05$) was observed. The high concentrations on Lobos for Pb and Zn is probably associated with the exploitation of coal near the study area. The gull *L. dominicanus* can be used as indicator of environmental quality, and the data observed in this study suggest attention to the management of heavy metal pollution near of study area.

Key words *Larus dominicanus*. Heavy metal pollution. Young gulls. Feathers.

3.2. Introdução

Atualmente, metade da população mundial encontra-se distribuída ao longo das regiões costeiras (Hinrichsen e Robey 2000; Fleming et al. 2006), afetando o equilíbrio natural dessas áreas (Förstner e Wittman 1981; Hax 2000). Neste contexto, o litoral catarinense, que representa 39% da área do estado de Santa Catarina, concentra aproximadamente 68% de toda a sua população, colocando em risco o equilíbrio desse ecossistema (Lopes e Dias 1996).

Isso ocorre pois a região costeira recebe o aporte de rios que juntamente com a drenagem continental carregam substâncias poluidoras colocando em risco o ambiente marinho (Furness e Monaghan, 1987; Schreiber e Burger 2001; Burger e Gochfeld 2004).

Dentre os principais problemas associados pode-se destacar a contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (Celino e Queiroz 2006). Níveis acentuados de Zn e Cd de origem industrial também podem ser encontrados, assim como a contaminação por Mg oriunda da drenagem pluvial urbana, e que podem alterar o ciclo natural desses elementos (Barcellos et al. 1993; Marins et al. 2004).

A presença de metais pesados nos ecossistemas marinhos está

relacionada a processos naturais (e.g. intemperismos de rochas e lixiviação de solos), entretanto a urbanização e industrialização são as principais fontes antrópicas nesses ambientes (Furness e Monaghan 1987; Kennish 1996; Förstner e Wittmann 1981).

Os ambientes aquáticos apresentam uma maior vulnerabilidade a esses contaminantes devido à sua rápida dispersão na água (Burger e Gochfeld 1994). Metais traço como o cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), e zinco (Zn), se observados em concentrações baixas contribuem para o desenvolvimento dos organismos, no entanto, os metais não essenciais como o cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb), e mercúrio (Hg) são potencialmente tóxicos para organismos marinhos, em especial, as aves (Furness e Monaghan 1987; Burger e Gochfeld 1992).

A contaminação pode ocorrer por várias vias como respiração, contato com a pele e principalmente na alimentação (Burger e Gochfeld 2002; Burger e Gochfeld 2004), agravando-se através do processo de bioacumulação e biomagnificação. Assim, as aves marinhas poderiam ser utilizadas como monitores de qualidade ambiental (Furness e Monaghan 1987; Walsh 1990; Burger e Gochfeld 2001; Burger e Gochfeld 2004; Ikemoto 2005; Barbieri 2009; Costa et al. 2013), refletindo as condições de salubridade dos ecossistemas, sendo conhecidas como sentinelas dos oceanos (Boersma et al. 2001).

Organismos que sirvam como bioindicadores dos processos de contaminação e respectivas consequências podem ser utilizados para monitorar os avanços da poluição (Burger 1993). Desta forma, métodos não invasivos como a coleta de penas, vêm sendo usados com sucesso em estudos de biomonitoramento, com foco na análise de metais pesados (Denneman e Douben 1993), pois esses metais acumulam-se nessas estruturas, onde ligam-se as proteínas durante o período de formação das mesmas (Burger e Gochfeld 2002).

Por estarem representadas ao longo de toda a cadeia trófica, as aves marinhas são vulneráveis a contaminação ambiental (Burger 1993; Rules-Inzuna e Paez-Osuna 2003; Metcheva et al. 2005; Perez et al. 2005; Siciliano et al. 2005; Ruiz 2008; Burger et al. 2000). Desta forma têm sido utilizadas para monitorar

alterações no organismo (efeitos agudos) e população (efeitos crônicos) (Arias et al. 2007). A utilização das aves marinhas também permite diagnosticar padrões temporais e geográficos dos derrames de petróleo, funcionando como rastreadores dos focos de contaminação (Furness e Camphuysen 1997; Camphuysen e Heubech 2000; Wiese e Ryan 2003 e Garcia-Borboroglu et al. 2006).

Este trabalho avaliou a contaminação de *L. dominicanus* jovens por metais pesados (cromo, chumbo, zinco e mercúrio) capturados em três ilhas costeiras do estado de Santa Catarina, e analisou as diferenças entre as concentrações observadas nas gaivotas.

3.3. Material e Métodos

3.3.1. Area de estudo

Durante o período de maio/2011 a novembro/2013 foram feitas campanhas mensais em três ilhas costeiras no litoral de Santa Catarina. O arquipélago de Tamboretes (26°22'10" S – 48°31'11" W) está situado no litoral norte do estado a aproximadamente 5 km da costa (Branco, 2003), inserido no parque estadual do Acaraí, criado no ano de 2005. A ilha dos Pássaros foi utilizada como representante do arquipélago, onde as amostras de penas foram coletadas (Fig. 1). O arquipélago de Moleques do Sul (27°50'S, 48°25'W), está situado no centro do litoral, a 12 km da costa de Florianópolis, e faz parte do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, sendo que as coletas foram realizadas na maior das três ilhas do arquipélago (Fig. 1). A Reserva Ecológica da Ilha dos Lobos está localizada próxima a divisa de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no município de Laguna (26°48'S, 48°23'W), e constitui-se em uma importante área de nidificação de *L. dominicanus* (Branco et al. 2009). Ainda não há um plano de manejo para a área. Desta forma os locais de coleta ainda são afetados pelo turismo desorientado, pesca indiscriminada, movimento de embarcações, além do risco de contaminação por petróleo entre outros poluentes químicos (Branco, 2004; Cesconetto et al., 2011) (Fig. 1).

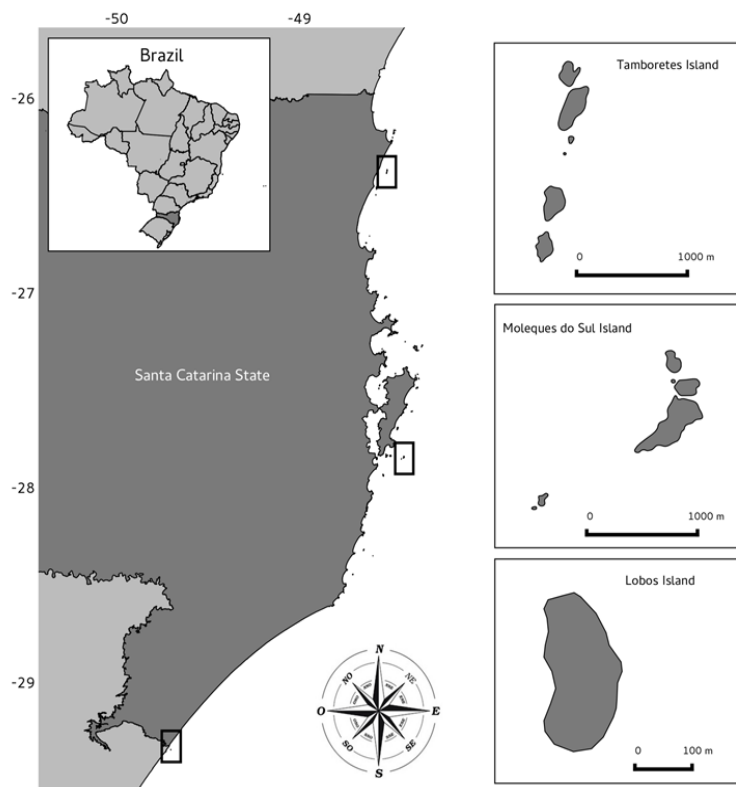


Figura 1. O mapa mostra as três ilhas onde foram conduzidas as pesquisas, localizadas na costa de Santa Catarina, sul do Brasil.

3.3.2. Desenvolvimento das atividades

Foram realizadas visitas mensais nas três ilhas, em Moleques do Sul entre maio/2011 e novembro/2013; Tamboretes entre maio/2012 e novembro/2012; Ilha de Lobos: entre agosto/2013 a novembro/2013. A escolha destes locais levou em consideração sua distribuição geográfica, no litoral de Santa Catarina, respectivamente ao norte, centro e sul, assim como a presença das maiores colônias reprodutivas da espécie.

Na impossibilidade de capturar as gaivotas adultas, foram obtidas amostras de penas dos filhotes em crescimento. Este método é considerado apropriado, visto que estas se regeneram com facilidade e não causa injúria nas aves (Denneman e Douben 1993). Com a ajuda de uma tesoura foi possível coletar pequenas amostras da cauda e asa. Posteriormente o material foi acondicionado em sacos plásticos etiquetados e estéreis com fecho, e mantidos em temperatura ambiente dentro de uma caixa de isopor (Barbieri et al. 2009). Nos dias

subsequentes a atividade de campo as amostras foram encaminhadas ao laboratório Freitag Análises Ambientais para análises.

3.3.3. Análise de metais pesados

Todas as análises seguiram as normas ABNT-NBR 10.006: Procedimentos para Obtenção de Extrato Solubilizado de Resíduos Sólidos, e a ABNT-NBR 10.007: Amostragem de Resíduos Sólidos, que fixam os requisitos necessários para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos, além de procedimentos e protocolos específicos para as amostragens e condução das análises, além dos equipamentos necessários para as análises laboratoriais. A ABNT segue os protocolos e normas em vigor, em consonância com a *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AWWA-APHA-WPCI) e *Test Methods for Evaluating Solid Waste; Physical / Chemical Methods of United States Environmental Protection Agency* (USEPA-SW 846). Todas as análises foram conduzidas nos Laboratórios Freitag – Análises Ambientais e de Alimentos, acreditados pela CGCRE-INMETRO na Norma ABNT-NBR ISO/IEC 17025 para ensaios de efluentes e alimentos.

Em laboratório, as amostras foram lavadas com água destilada para retirada de quaisquer interferentes e levadas para a estufa a 42°C durante 48 horas para eliminação da umidade. Em seguida, as penas foram trituradas em pedaços menores com auxílio de uma tesoura. A extração dos metais foi realizada através do método de solubilização. Assim, em um bécker de 400 ml, para cada amostra de pena, foi adicionado um volume de água desionizada vinte vezes maiores do que a massa utilizada, homogeneizando a mistura em baixa velocidade, por tempo de cinco minutos com auxílio de um agitador magnético. Posteriormente, os frascos foram tampados com filme PVC para não ocorrer contaminação e deixados em repouso por sete dias a uma temperatura de 25°C.

Durante esse período, caso a solução apresentasse sólido e/ou cor com turbidez maior que um (01), seria necessário digerir a amostra através de acidificação da amostra com uma mistura proporcional de ácido clorídrico e nítrico. Para este estudo, nenhuma das soluções apresentou turbidez. Desta forma, foram

filtradas em um conjunto de filtração composto de bomba a vácuo, kitassato e funil de büchner, guardado com membrana filtrante de 0,45 µm de porosidade. O filtrado foi definido como extrato solubilizado, e após o processo determinou-se o pH da solução, preservando as amostras conforme protocolos da AWWA-APHA-WPCI e USEPA-SW 846.

Para as análises de metais pesados foi utilizado um espectrofômetro de absorção atômica da marca Varian modelo 50B. Para isso, foram retiradas alíquotas do extrato solubilizado para leitura no aparelho. Os comprimentos de ondas utilizados foram 213,9 nm, 217,0 nm, 357,9 nm e 253,7 nm para Zn, Pb, Cr e Hg respectivamente. O equipamento não detecta baixas faixas de mercúrio (Hg). Desta forma, foi utilizado um gerador de hidretos acoplado ao espectrofotômetro otimizando a combustão de queima da amostra, podendo assim quantificar valores menores de mercúrio. Para todos os metais, o gás de combustão utilizado foi o ar acetileno.

3.3.4. Análise dos dados

Todos os resultados obtidos foram registrados em relatórios específicos emitidos pelo laboratório Freitag. Posteriormente os dados foram compilados em planilhas específicas, e elaboradas tabelas. As concentrações dos metais foram registradas em micrograma por grama de pena ($\mu\text{g g}^{-1}$). Desta forma, para cada ilha, foi possível calcular média e o desvio padrão para os valores observados de acordo com o número de amostras obtidas nas ilhas. Para análise dos dados, Kolmogorov-Smirnov foi usado para observar a normalidade dos dados de concentração e, em seguida, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis para verificar a existência de diferenças significativas entre as concentrações registradas nas amostras dos jovens capturados nas ilhas.

3.4. Resultados

Entre o período de estudo foram coletadas 27 amostras de penas de filhotes sendo onze (Tamboretas), oito (Moleques do Sul) e oito (Lobos) (Tabela 1). As concentrações de Pb, Cr e Hg registradas nas amostras de Tamboretas,

foram similares, com valores abaixo do limite de quantificação do espectrofotômetro (0,0100, 0,0300 e 0,0001 $\mu\text{g g}^{-1}$) respectivamente; entretanto, as de Zn foram consideradas relevantes ($10,7818 \pm 2,2991$) (Tabela 1).

Em Moleques do Sul, os valores de Cr ficaram abaixo do limite de quantificação (0,0300 $\mu\text{g g}^{-1}$), mas foram encontrados resquícios de Pb ($1,1380 \pm 2,3360$) e Hg ($0,0006 \pm 0,0005$) nas penas dos filhotes de *L. dominicanus*. No entanto, para o mercúrio, esses valores ainda estão abaixo dos limites de detecção. Para o Zn os valores médios das amostras mantiveram-se em torno de $60,3155 \pm 59,5946$ (Tabela 1).

Para a ilha de Lobos, as concentrações de Cr e Hg foram inferiores a 0,0300 e 0,0010 $\mu\text{g g}^{-1}$ respectivamente. Os valores mais expressivos estiveram associados à presença de Pb, com $1,8370 \pm 1,2147 \mu\text{g g}^{-1}$, enquanto que para o Zn foi registrado em média $83,3254 \pm 21,3601 \mu\text{g g}^{-1}$ para as amostras (Tabela 1).

Os valores observados não apresentaram distribuição normal de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Assim sendo, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis aplicado aos valores das concentrações de Pb ($H = 21,84$; $n = 27$; $p < 0,05$) e Zn ($H = 958,80$; $n = 27$; $p < 0,05$) indicaram diferenças significativas entre as concentrações observadas nas três ilhas. Para os elementos Cr ($H = 3,08$; $n = 27$; $p < 0,05$) e Hg ($H = 3,00$; $n = 27$; $p < 0,05$), não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações nas ilhas.

Tabela 01. Valores obtidos para os metais chumbo (Pb), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg) e Zinco (Zn) para as ilhas Tamboretes, Moleques do Sul e Lobos no litoral de Santa Catarina. Cada amostra representa a coleta de penas de um exemplar de *Larus dominicanus* jovem capturado. Todos os valores são expressos em micrograma por grama ($\mu\text{g g}^{-1}$) de pena.

Amostra	Arquipélago de Tamboretes ($\mu\text{g g}^{-1}$)				Ilha Moleques do Sul ($\mu\text{g g}^{-1}$)				Ilha de Lobos ($\mu\text{g g}^{-1}$)			
	Pb	Cr	Hg	Zn	Pb	Cr	Hg	Zn	Pb	Cr	Hg	Zn
Amostra 01	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	10,2000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	9,0000	2,1700	> 0,0300	> 0,0010	90,8730
Amostra 02	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	10,3000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	7,8000	3,4350	> 0,0300	> 0,0010	67,5250
Amostra 03	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	14,5000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	8,9000	2,6070	> 0,0300	> 0,0010	63,4710
Amostra 04	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	7,1000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	10,8000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0010	126,0590
Amostra 05	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	9,8000	6,4790	> 0,0300	> 0,0010	133,3560	2,0920	> 0,0300	> 0,0010	88,0240
Amostra 06	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	10,5000	2,5650	> 0,0300	> 0,0010	58,3140	2,3950	> 0,0300	> 0,0010	94,6750
Amostra 07	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	13,1000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0010	120,3120	1,9770	> 0,0300	> 0,0010	63,2220
Amostra 08	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	11,0000	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0010	134,0420	0,0100	> 0,0300	> 0,0010	72,7540
Amostra 09	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	9,1000	-	-	-	-	-	-	-	-
Amostra 10	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	14,2000	-	-	-	-	-	-	-	-
Amostra 11	> 0,0100	> 0,0300	> 0,0001	8,8000	-	-	-	-	-	-	-	-
Média	0,0100	0,0300	0,0001	10,7818	1,1380	0,0300	0,0006	60,3155	1,8370	0,0300	0,0010	83,3254
D.P.	**	**	**	2,2991	2,3360	**	0,0005	59,5946	1,2147	**	**	21,3601

3.5. Discussão

As aves marinhas são especialmente sensíveis à contaminação por metais pesados, por serem predadores de topo da cadeia, sendo afetados principalmente pelo tipo de alimentos que ingerem (Barbieri et al. 2007; Barbieri et al. 2010), que acumulam-se com facilidade nos tecidos (Mansouri et al. 2012). Entre os metais analisados, o cromo e mercúrio apresentaram valores abaixo do limite de quantificação do espectrofotômetro. Em contrapartida, a concentração de chumbo nas amostras das ilhas de Lobos e Moleques do Sul foram relevantes, assim como zinco, em todas as ilhas.

As concentrações médias de chumbo observadas em Moleques do Sul e Lobos estão próximas aos valores observados por Barbieri et al. (2010) em *L. dominicanus* juvenis, assim como para Burger e Gochfeld (1993), que observaram concentrações entre 1,818 e 2,101 $\mu\text{g g}^{-1}$ em *Larus argentatus*. Sepúlveda e Gonzalez-Acuña (2014), verificaram que em áreas próximas a centros urbanos do Chile, concentrações mais elevadas de Pb em *L. dominicanus* adultos do que jovens (5,9 $\mu\text{g g}^{-1}$), indicando que juvenis das ilhas Moleques do Sul e Lobos poderiam estar em processo de bioacumulação.

Hoshyari et al. (2012) afirmam que o chumbo é um dos metais mais conhecidos em relação aos problemas que causam nas aves e observaram nos rins e fígado da gaivota *Larus heuglini* concentrações médias de 8,8 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 5,1 $\mu\text{g g}^{-1}$ respectivamente, assim como Hoshyari et al. (2015), na garça *Egretta gularis* (2,2 e 3,4 $\mu\text{g g}^{-1}$). Os autores destacam que apesar destes valores estarem abaixo daqueles considerados prejudiciais, seriam indicativos de bioacumulação e contaminação ambiental.

É fato que gaivotas juvenis apresentam menores concentrações que adultos. Barbieri et al. (2010) destacam que as concentrações de chumbo em *L. dominicanus* aumentaram com a idade, sendo que as amostras de penas de indivíduos adultos foram significativamente maiores, com concentrações próximas a 7,53 $\mu\text{g g}^{-1}$. Para Norouzi et al. (2012) as concentrações de Pb oscilaram entre as espécies *Alectoris chukar*, *Ammoperdix griseogularis* e *Columba livia* (5,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 8,0 $\mu\text{g g}^{-1}$), assim como para o gênero e idade dessas aves, enquanto que Costa et al. (2013), observaram essa tendência para Chapim Real (*Parus major*). Apesar de não serem aves marinhas, os

resultados desses trabalhos destacam que a idade é determinante no acúmulo de metais.

Burger e Eichhorst (2007) avaliaram a concentração de metais em quatro espécies de mergulhões (*Podilymbus podiceps*, *Podiceps nigricollis*, *Podiceps grisegena* e *Aechmophorus occidentalis*) onde observaram diferenças entre as espécies, idade, ciclo de vida, uso de habitat, fisiologia e alimentação. Todos esses fatores seriam determinantes a vulnerabilidade das espécies aos contaminantes (Bond e Diamond 2008).

De acordo com Burger et al. (2009) e Burger e Gochfeld (1992), essa diferença é esperada uma vez que aves adultas tiveram mais tempo para o processo de bioacumulação, e já estão com o processo de formação das penas concluído. Metais como o chumbo tem afinidade a queratina, presente em maiores quantidades em penas de aves adultas. Por isso esperam-se maiores quantidades de chumbo associadas à esta idade (Costa et al. 2013).

Burger et al. (2008) também obtiveram maiores concentrações de chumbo nos ovos e penas de patos marinhos adultos (*Somateria molíssima*), enquanto que Burger e Eichhorst (2007), destacam a idade como variável importante para aumento da concentração de metais. Desta forma, gaivotas jovens poderiam refletir com maior exatidão as reais condições de salubridade do ambiente marinho para o período da coleta das amostras (Thompson et al. 1991), uma vez que as concentrações observadas não seriam reflexo do processo de bioacumulação. Apesar destas evidências, Burger e Gochfeld (2001), também observaram em *L. dominicanus* adultos valores mais baixos para o chumbo ($0,00294 \mu\text{g g}^{-1}$), indicando que esses indivíduos não estariam expostos à contaminação ambiental.

Para Sepúlveda e Gonzalez-Acuña (2014), *L. dominicanus* obtiveram maior reposta à contaminação por chumbo e cobre em função do seu amplo espectro alimentar, principalmente de fontes antropogênicas, quando comparada a gaivota *Leucophaeus pipixcan*. Os autores também observaram a variação das concentrações de metais entre gêneros para ambas espécies. Em função da transferência aos ovos, gaivotas fêmeas teriam significativamente menor concentração (Burger e Gochfeld 1992).

Para Furness e Monaghan (1987), não foi possível correlacionar os resultados de amostras de tecidos e penas, pois a quantidade de metais

observada diferiu entre o tipo de amostra. Ishii et al. (2013), verificaram a presença dos metais pesados em quatro espécies de aves marinhas no mar de Bering, entre elas *Larus schistisagus*, e observaram diferenças significativas entre as amostras de tecido e conteúdo estomacal dessas aves, sugerindo que o tipo de alimentação, assim como o habitat influenciam diretamente sobre a acumulação de metais no organismo. De acordo com Zamani-Ahmadm Mahmoodi et al. (2012) amostras de tecidos apresentaram das garças *Bubulcus ibis* e *Egretta garzetta* maiores concentrações de Hg do que as amostras de penas.

Baixas concentrações de cromo foram registradas por Burger et al. (2008) e Burger et al. (2009) para *Somateria molíssima* ($0,00178 \mu\text{g g}^{-1}$) e *Larus glaucescens* ($0,829$ e $0,602 \mu\text{g g}^{-1}$), para adultos e jovens respectivamente. Burger e Gochfeld (2001) observaram $0,741 \mu\text{g g}^{-1}$ de Cr para *L. dominicanus* na costa da Namíbia, sul da África. Essas concentrações estão de acordo com as observações de Mansouri et al. (2012), sugerindo que em aves marinhas menores concentrações de cromo sejam observadas, justificando os valores mais baixos observados nas ilhas para *L. dominicanus* juvenis.

As amostras de Zn foram significativamente diferentes entre as ilhas, corroborando os resultados de Barbieri et al. (2010), que registraram valores de $60,85 \mu\text{g g}^{-1}$ de Zn para *L. dominicanus* jovens. No entanto, as concentrações para a ilha de Lobos foram mais elevadas. Assim como para o Pb, os resultados mais expressivos observados em Lobos podem ser indicativos de contaminação provocadas pelas atividades da extração de carvão mineral na bacia do rio Tubarão, onde seus afluentes desagüam em cidades próximas a ilha de Lobos, como Laguna, Tubarão e Criciúma. Trabalhos de pesquisa que abordam a questão da poluição dos recursos hídricos da região são comuns (Pompêo et al. 2004; Klein 2006; Gonçalves e Mendonça 2007), e vem fortalecer a hipótese de que exista alguma associação entre as atividades de mineração do carvão e a contaminação dos rios e regiões costeiras adjacentes.

De acordo com Muñoz e Becker (1999), em estudo realizado nas ilhas do norte da costa do Chile, revelaram concentrações médias de $1,7 \mu\text{g g}^{-1}$ de mercúrio para ovos de *L. dominicanus*. Ficaram evidentes ainda que as maiores concentrações estiveram associadas as ilhas em maior proximidade aos grandes centros urbanos. Na ilha de Lobos foram observadas as

concentrações mais altas de zinco, refletindo a poluição de zonas próximas às ilhas em decorrência das atividades industriais de cidades próximas.

No Ártico (Canadá), foram registradas médias de Zn entre 106 a 199 $\mu\text{g g}^{-1}$ para *Larus hyperboreus* (Braune e Scheuhammer 2008), enquanto que Norheim (1987), para a mesma espécie de gaivota registraram valores entre 39 – 50 $\mu\text{g g}^{-1}$ no mar Ártico (Noruega) e 110 – 219 $\mu\text{g g}^{-1}$ na Sibéria. Os valores observados para Lobos, Moleques do Sul e Tamboretes estão próximos aos mencionados por esses autores. Assim, sugere-se que a concentração deste metal esteja em níveis normais para *L. dominicanus* em Santa Catarina, apesar de muito acima daquelas observadas para Pb, Cr e Hg.

Puls (1994) destaca que o zinco, por ser um elemento traço, é fundamental para diversos processos metabólicos, e poderia ser tóxico para as aves somente em concentrações entre 300 – 800 $\mu\text{g g}^{-1}$. Distante a poucos quilômetros da costa e próxima ao maior polo industrial do estado de Santa Catarina, o arquipélago de Tamboretes não apresentou concentrações significativas para o Zn, provavelmente influenciado pelas amostras de penas de gaivotas juvenis da ilha.

Apenas Barbieri et al. (2010), estudaram a presença de metais associados a *L. dominicanus* no estado de Santa Catarina, indicando carência dessas informações. Os resultados desse trabalho, pioneiro no que tange a área de abrangência, sugerem associação entre as maiores concentrações de metais a áreas industrializadas. No entanto, é necessário monitoramento contínuo ao longo da costa, visando elucidar eventuais problemas relacionados a contaminação da biota marinha.

Na interpretação dos resultados desta pesquisa, a idade das gaivotas e o tipo de amostra (penas) foram determinantes para as concentrações de metais registrados, visto que Cr e Hg estiveram abaixo dos limites de quantificação. Assim como chumbo, mercúrio tem afinidade à queratina presente nas aves adultas (Appelquist et al. 1984), que poderia influenciar os resultados obtidos nos juvenis de *L. dominicanus*. As baixas concentrações de Hg e Cr registradas não indicam ausência de contaminação ambiental por esses metais.

3.6. Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Brasil, sob a concessão de uma bolsa de doutorado de número 141672 / 2011-0. Todas as atividades de campo foram conduzidas com o suporte do Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI), Clube de Observadores de Aves do Vale Europeu (COAVE) e Projeto Aves Marinhas (CTTMar – UNIVALI).

3.7. Referências Bibliográficas

- Appelquist, H., Asbirk, S., & Drabaek, I. (1984). Mercury monitoring: Mercury stability in bird feathers. *Marine Pollution Bulletin*, 15, 22–24.
- Arias, A. R. L., Buss, D. F., Albuquerque, C. de., Inácio, A. F., Freire, M. M., Egler, M., Mugnai, R., & Baptista, D. F. (2007). Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. *Ciência e Saúde Coletiva*, 12(1), 61-72.
- Barbieri, E., Santos, I. S., Passos, E. A., & Garcia, C. A. B. (2010). Assessment of trace metal concentration in feathers of seabird (*Larus dominicanus*) sampled in the Florianopolis, SC, Brazilian coast. *Environmental Monitoring and Assessment*, 160, 631–638.
- Barbieri, E. (2009). Concentration of heavy metals in tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) sampled in the Cananéia estuary, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 57(3), 243 – 248.
- Barbieri, E., Garcia, C. A. B., Passos, E. A., Aragão, K. A., & Alves, J. P. H. (2007) Heavy metal concentration in tissues of *Puffinus gravis* sampled on the Brazilian coast. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15, 69–72.
- Barcellos, C., Rezende, C., & Pfeiffer, W. (1991). Zn and Cd production and pollution in brazilian coastal region. *Marine Pollution Bulletin*, 22, 558-562.
- Boersma, P. D., Clark, J. A. & Hillgarth, N. (2001). Seabird Conservation. Biology of Marine Birds. In E. A. Shereiber & J. Burger (Ed.), (pp. 559-574). New York: CRC Press.
- Bond, A. L., & Diamond, A. W. (2008). High within-individual variation in total mercury concentration in seabird feathers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(11), 2375–2377.
- Branco, J.O., Fracasso, H. A. A., & Barbieri, E. 2009. Breeding biology of the kelp gull (*Larus dominicanus*) at Santa Catarina coast, Brazil. *Ornitologia Neotropical*, 20, 409–419.
- Branco, J. O. (2004). Aves marinhas das Ilhas de Santa Catarina. Aves Marinhas e Insulares Brasileiras. In J. O. Branco (Ed.), (pp.15-36), Santa

Catarina, Itajaí: UNIVALI Press.

- Branco J.O. (2003). Reprodução das aves marinhas nas ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(4), 619-623.
- Braune, B. M. & Scheuhammer, A. M. (2008). Trace element and metallothionein concentrations in seabirds from the canadian arctic. *Environmental Toxicology. Chemistry*, 27, 3, 645–651.
- Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Burke, S., Volz, C., Snigaroff, R., Snigaroff, D., Shukla, T., & Shukla, S. (2009). Mercury and other metals in eggs and feathers of glaucous-winged gulls (*Larus glaucescens*) in the Aleutians. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 179–194.
- Burger, J., Gochfeld, M., Jeitner, C., Snigaroff, D., Snigaroff, R., Stamm, T., & Volz, C. (2008). Assessment of metals in down feathers of female common eiders and their eggs from the Aleutians: arsenic, cadmium, chromium, lead, manganese, mercury, and selenium. *Environmental Monitoring and Assessment*, 143, 247–256.
- Burger, J., & Eichhorst, B. (2007). Heavy metals and selenium in grebe feathers from agassiz national wildlife refuge in northern minnesota. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 53, 442–449.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2004). Marine birds as sentinels of environmental pollution. *Ecohealth*, 1, 263-274.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2002). Effects of Chemicals and Pollution on Seabirds. In E. A. Schreiber, & J. Burger (Eds.) *Biology of Marine Birds* (pp. 485–525). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (2001). Metal levels in feathers of cormorants, flamingos and gulls from the coast of namibia in southern africa. *Environmental Monitoring and Assessment*, 69, 195–203.
- Burger, J., Trivedi, C.D., & Gochfeld, M. (2000). Metals in herring and great black-backed gulls from the new york bight: the role of salt gland in excretion. *Environmental Monitoring and Assessment* 64, 569–581.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (1994). Predation and effects of humans on island-nesting seabirds. *Seabirds on Islands, Threats, case studies and action plans*. In D. N. Nettleship, J. Burger & M. Goechfeld (Eds.), (pp. 39-67). Birdlife International.
- Burger, J. (1993). Metals in avian feathers: bioindicators of environmental pollution. *Review of Environmental Toxicology*, 5, 203–311.
- Burger, J., & Gochfeld, M. (1992). Heavy metal and selenium concentrations in black skimmers (*Rynchops niger*): gender differences. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 23, 431-434.

- Celino, J., & Queiroz, A. (2006). Fonte e grau de contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da bahia de Todos os Santos, Bahia. *Revista Escolar de Minas, Ouro Preto*, 59, 265-270.
- Cesconetto, C., Lopes, G.S., De-Rose-Silva, R., Groch, K.R., & Seyboth E. (2011). Ocorrência de baleias francas austrais (*Eubalaena australis*) na área central da APA (Área de Proteção Ambiental) da Baleia Franca, Imbituba – SC, durante a Temporada Reprodutiva de 2010. 3º Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, Natal, Rio Grande do Norte.
- Costa, R. A., Eeva, T., Eira, C., Vaqueiro J., & Vingada, J. V. (2013). Assessing heavy metal pollution using great tits (*Parus major*): feathers and excrements from nestlings and adults. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 5339–5344.
- Denneman, W. D., & Douden, P. E. T. (1993). Trace metals in primary feathers of the barn owl (*Tyto alba guttatus*) in the Netherlands. *Environmental Pollution*, 82, 301–310.
- Fleming, L. E., Broad, K., Clement, A., Dewailly, E., Elmir, E., Knap, A., Pomponi, S. A., Smith, S., Gabriele, H., & Walsh, P. (2006). Oceans and human health: Emerging public health risks in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 53, 545-560.
- Förstner, U., & Wittmann, G. (1981). Metal Pollution in the Aquatic Environment. Nova York: Editora Springer-Verlag.
- Furness, R.W., & Camphuysen, C.J. (1997). Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science*, 54, 726-736.
- Furness, R.W., & Monaghan, P. (1987). Seabird Ecology. USA, New York: Chapman & Hall.
- Garcia-Borboroglu, P., Dee, P., Ruppolo, V., Reyes, L., Rebstock, G., Griot, K., Rodriguez, S., Corrado, A., & Pinho da Silva, R. (2006). Chronic oil pollution harms Magellanic penguins in the South Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 52, 193-198.
- Gonçalves, T. M., & Mendonça, F de A. (2007). Socioenvironmental impacts, risks and vulnerability related to coal production in Criciúma/SC (Brazil). *Espaço Geográfico em Análise*, 14, 55-65.
- Hax, L.F. (2000). Recursos vivos do mar e poluição. Direito da Água. *Revista Centro de Estudos Juridiciário do Conselho da Justiça Federal*, 12, 58-62.
- Hinrichsen, D., & Robey, B. (2000). Población y medio ambiente: el reto global, Population Reports, Serie M, No. 15. Baltimore, Johns Hopkins University, School of Public Health. Population Information Program.

- Hoshyari, E., Pourkhabbaz, A., & Mansouri, B. (2015). Assessment of trace elements concentrations in Western reef heron (*Egretta gularis*) from southern Iran. *Toxicology and Industrial Health*, 31(1), 60–66.
- Hoshyari, E., Pourkhabbaz, A., & Mansouri, B. (2012). Contaminations of metal in tissues of siberian gull *Larus heuglini*: gender, age, and tissue differences. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89, 102–106.
- Ikemoto, T. (2005). Non-destructive monitoring of trace element levels in short-tailed albatrosses (*Phoebastria albatrus*) and black-footed albatrosses (*Phoebastria nigripes*) from Torishima Island, Japan using eggs and blood. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 95–99.
- Ishii, C., Ikenaka, Y., Nakayama, S. M. M., Suzuki, Y., Watanuki, Y., Watanabe, Y., Fukuwaka, M., Yohannes, Y. B. Kawai, Y. K., & Ishizuka, M. (2013). Heavy metal pollution in Japanese seabirds. *Japanese Journal of Veterinary Research*, 61, 75–76.
- Kennish, M.J. (1996). Practical handbook of Estuarine and Marine Pollution. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Klein, A. S. Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão no Sul de Santa Catarina: Vegetação Versus Substrato. (2006). Dissertação de Mestrado. Universidade do Extremo Sul Catarinense.
- Lopes, J. C. A., & Dias, I. F. (1996). O Relatório do plano de ação emergencial da Reserva Marinha do Arvoredo. IBAMA, Florianópolis.
- Mansouri, B., Pourkhabbaz, A., Babaei, H., Hoshyari, E., Khodaparast, S. H., & Mirzajani, A. (2012). Assessment of trace metal concentration in western Reef Heron (*Egretta gularis*) and Siberian gull (*Larus heuglini*) from southern Iran. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 63, 280–287.
- Marins, R.V., De Paula, J., & Rodrigues, R. (2004). Distribuição de mercúrio total como indicador de poluição urbano e industrial na costa Brasileira. *Quimica Nova*, 27, 763–770.
- Metcheva, R., Yurukova, L., Teodorava, S., & Nikolova, E. (2005). The penguin feather as bioindicator of Antarctic environmental state. *The Science of Total Environment*, 362, 259–265.
- Muñoz, J., & Becker, P. H. (1999). The Kelp Gull as bioindicator of environmental chemicals in the Magellan region. A comparison with other coastal sites in Chile. *Scientia Marina*, 63(1), 495–502.
- Norheim, G. (1987). Levels and interactions of heavy metals in seabirds from Svalbard and the Antarctic. *Environmental Pollution*, 47, 83–94.

- Norouzi, M., Mansouri, B., Hamidian, A. H., Ebrahimi, T., & Kardoni, F. (2012). Comparison of the metal concentrations in the feathers of three bird species from southern Iran. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 89, 1082–1086.
- Pompêo, M. L. M., Moschini-Carlos, V., Alexandre, N. Z., & Santo, E. (2004). Qualidade da água em região alterada pela mineração de carvão na microbacia do rio Fiorita (Siderópolis, Estado de Santa Catarina, Brasil). *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 26, 125-136.
- Puls, R. (1994). Mineral Levels in Animal Health. Diagnostic Data. Clearbrook, BC, Canada: Sherpa International.
- Ruiz, C. M. V. (2008). El Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) como indicador de calidad en salud ambiental: un estudio comparativo ecotoxicológico y de historia natural. Dissertação de Mestrado. Fundação Oswaldo Cruz.
- Sepúlveda, M., & Gonzalez-Acuña, D. (2014). Comparison of heavy metals from resident *Larus dominicanus* and migratory *Leucophaeus pipixcan* collected in Talcahuano, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 46, 299-304.
- Schreiber, E. A., & Burger, J. (2001). Biology of Marine Birds. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Siciliano, S., Alves, V., & Hacon, S. (2005). Aves e mamíferos marinhos como sentinelas ecológicas da saúde ambiental: uma revisão do conhecimento brasileiro. *Cadernos Saúde Coletiva*, 13, 927-946.
- Thompson, D. R., Hamer, K.C., & Furness, R. W. (1991). Mercury accumulation in great skuas (*Catharacta skua*) of known age and sex, and its effects upon breeding and survival. *Journal of Applied Ecology*, 28, 672– 684.
- Walsh, P. M. (1990). The use of seabirds as monitors of heavy metals in the marine environment. In R. W. Furness, & P. S. Rainbow (Eds.), Heavy metals in the marine environment (pp. 183–204). New York: CRC.
- Wiese, F.K., & Ryan, P. C. (2003). The extent of chronic marine oil pollution in southeastern Newfoundland waters assessed through beached bird surveys 1984-1999. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 1090-1101.
- Zamani-Ahmadmahooodi, R., Esmaili-Sari, A., Savabieasfahani, M., & Bahramifar, N. (2012). Cattle egret (*Bubulcus ibis*) and Little egret (*Egretta garzetta*) as monitors of mercury contamination in Shadegan Wetlands of south-western Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 166, 371–377.

4. CAPÍTULO 3

ANÁLISE COMPARATIVA DA BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *LARUS DOMINICANUS* (LICHTENSTEIN, 1823) (AVES: CHARADRIIFORMES, LARIDAE) NO LITORAL DE SANTA CATARINA, BRASIL

4.1. Resumo

O estudo da biologia reprodutiva é fundamental para o manejo de uma espécie no seu ambiente natural. Por ser oportunista e generalista em relação aos alimentos, a gaivota *Larus dominicanus*, expande suas populações com facilidade, podendo causar muitos problemas. Este trabalho teve como objetivo atualizar as informações sobre a biologia reprodutiva da gaivota no litoral de Santa Catarina, através de análise comparativa de diferentes aspectos. Durante o período de maio/2011 a novembro/2013 campanhas foram conduzidas em três ilhas costeiras, que são as maiores colônias reprodutivas da espécie no estado. Dados de abundância de jovens e adultos foram registradas, assim como, informações sobre a construção dos ninhos, postura de ovos e sucesso de incubação. O desenvolvimento de gaivotas jovens também foi observada através de medidas morfométricas. A abundância entre adultos e jovens não variou significativamente entre as ilhas. Em comprimento, os ninhos diferiram significativamente entre as ilhas, o que não ocorreu para largura. A ilha de Tamboretes obteve maior sucesso de incubação (55%), provavelmente influenciada pela disponibilidade de alimentos oriundos da pesca do camarão, porém, para os ovos, não foram observadas diferenças significativas entre as ilhas para o comprimento, largura, peso e volume. No entanto, foram observadas diferenças significativas para o volume calculado entre ovos “A”, “B” e “C” na ilha de Tamboretes. Quando comparadas as medidas morfométricas para Jovens I, II, III, IV e Juvenis, estas não diferiram significativamente entre Moleques do Sul e Tamboretes. O monitoramento contínuo dos aspectos reprodutivos da espécie *L. dominicanus* é relevante para o gerenciamento deste recurso natural, devido a constante expansão de suas populações.

4.2. Abstract

The study of reproductive biology is fundamental to the management of a species in the natural environment. Being opportunistic and generalist in relation to food, the gull *Larus dominicanus* expands off easily and can cause many problems. This study aimed to update the information on the reproductive biology of kelp gull in the coast of Santa Catarina, through comparative analysis of different aspects. During the period from May/2011 to November/2013 campaigns were conducted in three coastal islands, which are the highest breeding colonies of the species on state. The young and adults abundance data were recorded, as well as, the building of nests, laying eggs and hatching success. The development of young gulls was made by morphometric measures. The results on the abundance of gulls on the islands showed no significant differences, as well as for young. The nests differed in length between the islands, but not width. The island Tamboretes has been successful incubation (55%), probably influenced by shrimp fishing activity, however, for eggs, they did not show significant difference between an island and another in the length, width, weight or volume. Significant differences were observed between the calculated volumes for eggs “A”, “B” and “C” in Tamboretes. When comparing the morphological measurements for young gulls I, II, III, IV and youth gulls, they did not differ significantly between Moleques do Sul and Tamboretes. Continuous monitoring of the reproductive aspects of the species *L. dominicanus* is relevant to the management of this natural resource, due to the constant expansion of their populations.

Key words: Kelp gull, *Larus dominicanus*, breeding biology, Santa Catarina, southern islands.

4.3. Introdução

A gaivota *Larus dominicanus* (Lichtenstein 1823) vêm recebendo destaque em pesquisas que abordam o comportamento (Ebert *et al.* 2014), distribuição geográfica (Watson 1975, McLachlan & Liversidge 1978, Brooke & Cooper 1979, Higgins & Davies 1996, Sick 1997, Novelli 1997), e interação com as atividades da pesca industrial e artesanal (Branco 2001, Barbieri 2008, Ebert & Branco 2009).

Os estudos sobre a expansão das populações de gaivotas (Yorio *et al.* 2005, Carniel & Krul 2010, Lisnizer *et al.* 2011, Lisnizer *et al.* 2014) também são frequentes, e devido a plasticidade reprodutiva observada para a espécie (Burger & Gochfeld 1980, Crawford *et al.* 1982), vêm ocorrendo incremento nas áreas que nidificam na costa da América do Norte, Europa, Canadá, EUA, África do Sul, Austrália e Argentina (Crawford *et al.* 1982, Belant 1997, Yorio *et al.* 1998, Temby 2000), causando diversos problemas nas cidades, e em outras espécies de aves marinhas (Thomas 1972, Furness & Monaghan 1987, Schiavini & Yorio 1995, Yorio & Quintana 1996, Quintana & Yorio 1998).

No Brasil, a reprodução de *L. dominicanus* foi estudada no litoral de Santa Catarina (Branco 2002, Branco 2004, Branco *et al.* 2009, Prellvitz *et al.* 2009), São Paulo (Dantas *et al.* 2010), e Paraná (Carniel & Krul 2010), no entanto, a manutenção e atualização das informações existentes é fundamental para adequada gestão da espécie.

Na costa catarinense, as gaivotas adultas se deslocam para os sítios de nidificação a partir de abril-maio (Branco 2003, Branco 2004, Ebert & Branco 2009), para reproduzir entre junho a novembro (Branco 2003). Por ser oportunista e generalista quanto à alimentação (Giaccardi *et al.* 1997, Yorio *et al.* 1998, Branco 2001), há risco potencial de expansão das suas populações no estado de Santa Catarina, além de problemas correlatos. O contínuo monitoramento dos aspectos reprodutivos de *L. dominicanus* no litoral de Santa Catarina, é essencial para diagnosticar alterações na dinâmica populacional e possíveis impactos em outras espécies.

Desta forma, esse trabalho teve como objetivo atualizar as informações sobre a ecologia reprodutiva de *L. dominicanus* em três colônias no litoral catarinense, no que tange a abundância de jovens e adultos nos sítios,

sucesso de incubação, biometria dos ovos, e desenvolvimento dos filhotes.

4.4. Material e Métodos

4.4.1. Área de Estudo

Durante o período de maio/2011 a novembro/2013 foram feitas campanhas mensais em três ilhas costeiras no litoral de Santa Catarina. Arquipélago de Tamboretes (26°22'10" S – 48°31'11" W) está situado no litoral norte do estado a aproximadamente 5 km da costa (Branco 2003), inserido no parque estadual do Acaraí, criado no ano de 2005. Para este estudo, a ilha dos Pássaros foi utilizada para representar o arquipélago (Fig. 1). O arquipélago de Moleques do Sul (27°50'S, 48°25'W), situado na região central do litoral, a 12 km da costa de Florianópolis, fazendo parte do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, sendo que as coletas foram realizadas na maior das três ilhas que compõe o arquipélago (Fig. 1). A Reserva Ecológica da Ilha dos Lobos está localizada próxima a divisa de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no município de Laguna (26°48'S, 48°23'W), e constitui-se em uma importante área de nidificação de *L. dominicanus* (Branco *et al.* 2009) (Fig. 1).

A escolha destes locais levou em consideração sua distribuição geográfica, assim como a presença das maiores colônias reprodutivas. O deslocamento até as ilhas ocorreu com auxílio de pescadores locais em embarcações a motor. Como não foi possível colocar o barco muito próximo das ilhas, os pesquisadores se aproximavam dos sítios a nado, carregando todo o equipamento em bombonas plásticas estanques.

4.4.2. Desenvolvimento das Atividades

Foram realizadas visitas mensais em Moleques do Sul: entre maio/2011 e novembro/11; Tamboretes: entre maio/2012 e novembro/2012; Ilha de Lobos: entre agosto/2013 e novembro/2013.

As ilhas foram percorridas a pé sendo realizadas observações diretas com auxílio de binóculos Nikon® (8 x 40) e registrado o número de gaivotas adultas e juvenis. Aleatoriamente, os ninhos foram marcados com estacas de metal e placas de identificação, permitindo o acompanhamento da postura, incubação dos ovos e eclosão dos filhotes a cada visita. Também foram

mensuradas as dimensões dos ninhos (cm) e anotados o tipo de material utilizado em sua construção, bem como registrado o número de ovos por ninho, peso (g), altura (mm) e comprimento (mm), além de ser identificado a ordem de postura em A (primeiro ovo colocado), B (segundo) e C (terceiro).

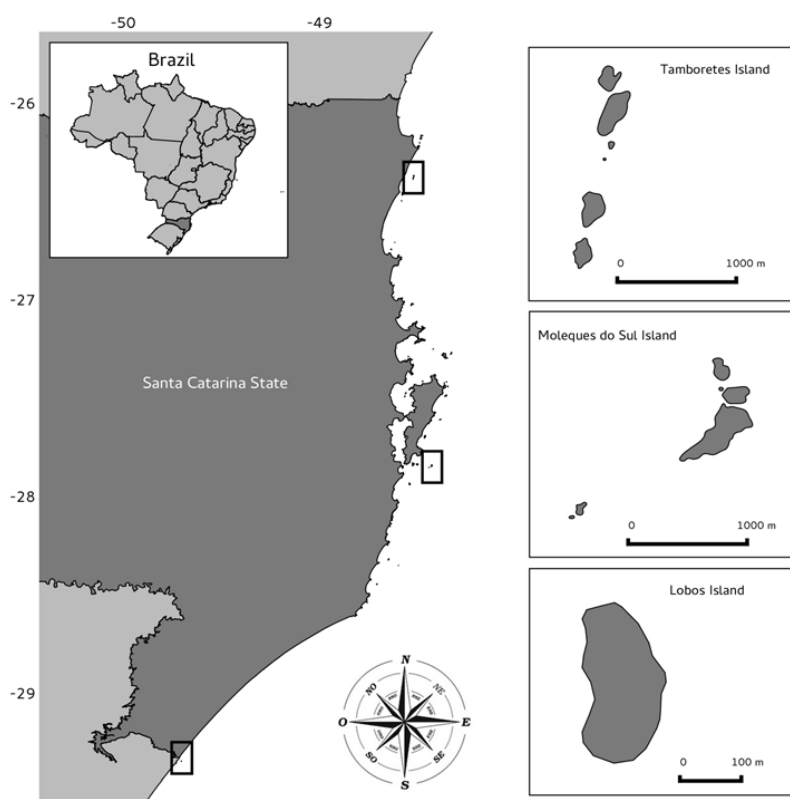


Fig. 1. O mapa mostra as três ilhas onde foram conduzidas as pesquisas, localizadas na costa de Santa Catarina, sul do Brasil.

Os filhotes observados no ninho e juvenis nidífugos foram capturados manualmente e manuseados com cuidado. Destes foram registradas as medidas de cúlmen (mm), tarso (mm), peso (g), asa (mm) e occiput (mm), além de anilhados quando em idade com anilhas do CEMAVE. Para o registro destas variáveis foram utilizados paquímetro 0,05 (mm) e balança de precisão Pesola® com escalas para 100(g), 350(g), e 500(g) e precisão de 1, 3, e 5 g, respectivamente.

De acordo com as medidas corporais obtidas os filhotes foram classificados nas faixas etárias: jovem I - um a quatro dias, com média do comprimento = $1,97 \pm 0,30$ cm (intervalo: 1 - 2,3), com "o dente do ovo" no cúlmen e algumas penas no corpo; jovem II - cinco a 10 dias de idade, cúlmen = $2,98 \pm 0,60$ centímetros (intervalo: 2,4 - 3,5), sem dente de ovo e com

plumagem definitiva; neste estágio o filhote não é mais encontrado no ninho; jovem III - 11 a 21 dias de idade, cúlmen = $4,00 \pm 0,42$ cm (intervalo: 3,6 - 4,1), plumagem distribuídas uniformemente ao longo do corpo e mostrando a aparência de rectrizes e rêmiges; jovem IV - 22 a 34 dias de idade, cúlmen = 4.44 ± 0.43 cm (intervalo: 4.2 – 4.7), muito ativo na colônia, com plumagem, rectrizes e rêmiges bem desenvolvidas; e juvenis > 35 dias, cúlmen = 4.68 ± 0.45 cm (Branco *et al.*, 2009).

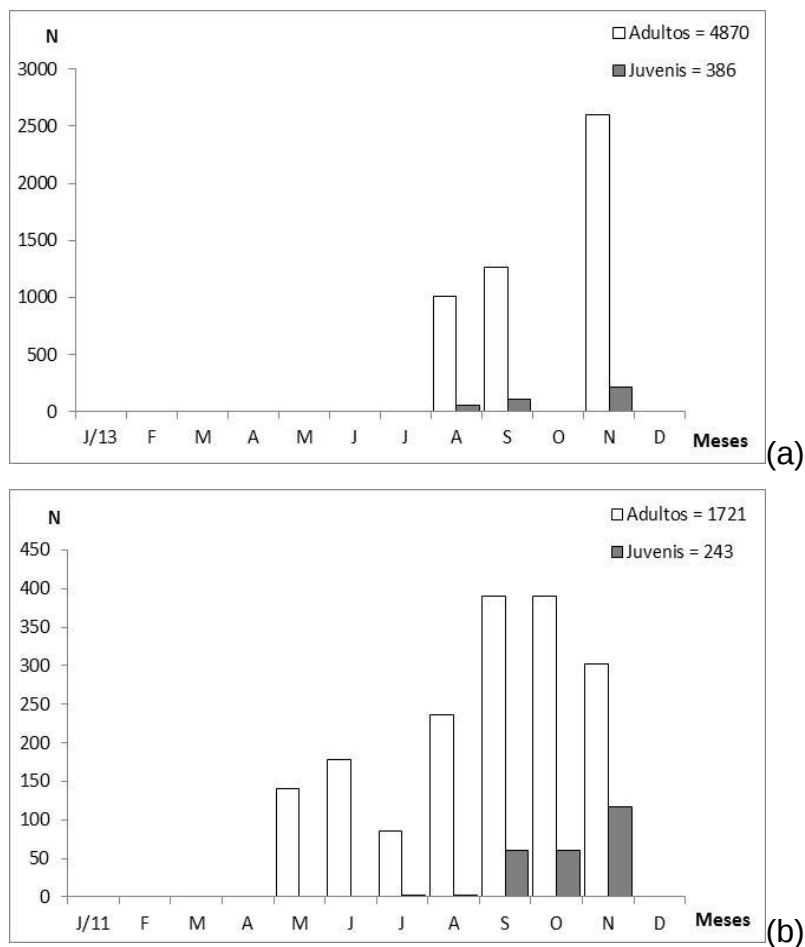
4.4.3. Análise dos Dados

O volume dos ovos foi determinado pela equação de Hoyt (1979): $Vol (cm^3) = Kv \times Lt \times Wid^2$, Onde: $Kv = V / Lt \times Wid^2$; Lt = comprimento total; Wid = Maior largura do eixo). O valor (0,5205) para o coeficiente volumétrico (kv) foi padrão para a espécie *L. dominicanus* (Branco 2004). O incremento de peso (g), tamanho de cúlmen (mm), tarso (mm), asa (mm) e occiput (mm) para cada uma das classes de idades em que foram separados os jovens. O número de Jovens II, III e IV capturados na ilha de Lobos não foi suficiente para que fosse feita uma análise comparativa com as demais ilhas, não sendo apresentado. O sucesso de incubação nas colônias foi calculado utilizando o número de ninhegos (filhotes recém-eclodidos) / número total de ovos colocados no período reprodutivo (x100) (Ainley & Boekelheide 1990). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. A ANOVA foi utilizada para comparar a abundância de gaivotas nas ilhas, dimensão dos ninhos, biometria dos ovos e postura, seguido do teste de Tukey-Kramer para fosse detectada diferença significativa. O teste “t” de Student ($p < 0,05$) foi utilizado na comparação dos filhotes entre Tamboretes e Moleques do Sul.

4.5. Resultados

A abundância de *L. dominicanus* nas colônias variou em função do período de reprodução (maio - novembro), e a latitude dos sítios. O maior número de gaivotas adultas foi observado na ilha de Lobos oscilando entre 1005 aves (agosto/2013) a 2600 em novembro/2013. Os juvenis seguiram a tendência, com 53 exemplares (agosto) e 220 (novembro) (Fig. 2a). Moleques

do Sul ocupou a segunda posição com 140 adultos (maio/2011), atingindo 390 exemplares em setembro-outubro/2011. Enquanto que os jovens apresentaram incremento gradual a partir de julho até novembro/2011 (Fig. 2b). Em tamboretes, com o avanço da temporada reprodutiva, o número de gaivotas adultas reduziu gradativamente de julho (205) a novembro (97); já os primeiros jovens foram avistados em agosto/2011, chegando a 58 exemplares em outubro (Fig. 2c). Não foram observadas diferenças significativas no número de gaivotas adultas ($F_{2-33} = 1,65$; $p < 0,2074$) e jovens ($F_{2-33} = 0,7289$; $p < 0,4901$) entre as ilhas amostradas.



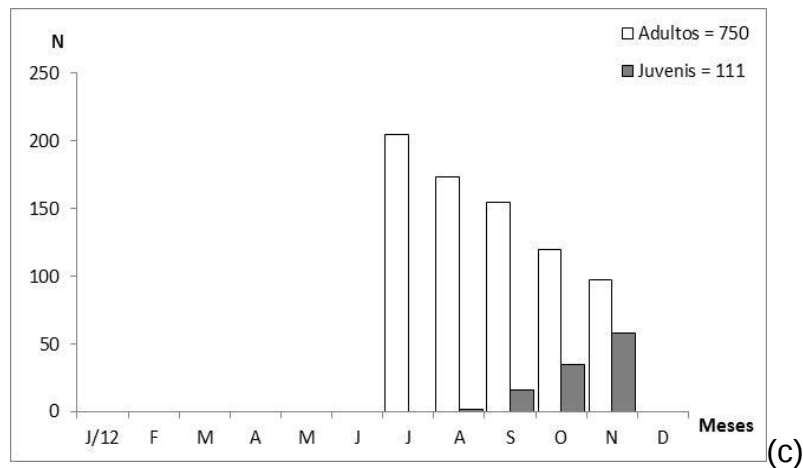


Figura 2. Abundância mensal de *L. dominicanus* adultos e juvenis nas ilhas Tamboretes (a), Moleques do Sul (b) e Lobos (c) entre o período de janeiro/2011 a dezembro/2013.

Foram monitorados 80 ninhos de *L. dominicanus*: 26 (Tamboretes), 29 (Moleques do Sul) e 25 (Ilha dos Lobos). Nesses sítios foram observadas diferenças significativas ($F_{2-99} = 2,262$; $p < 0,1095$) no comprimento médio dos ninhos, influenciados pelos maiores valores obtidos em Moleques do Sul ($37,9 \pm 6,3$) em relação a Lobos ($36,0 \pm 4,1$) e Tamboretes ($35,6 \pm 4,0$), e ausência de diferença na largura ($F_{2-99} = 1,9$; $p < 0,155$), com Lobos ($34,4 \pm 5,7$), Tamboretes ($33,2 \pm 6,6$) e Moleques do Sul ($31,6 \pm 4,3$). O material utilizado na construção dos ninhos foi composto em sua maioria por vegetação das famílias Fabaceae e Poaceae, além de gravetos, folhas secas, ossos e penas.

Apenas 7,69% dos ninhos monitorados em Tamboretes apresentaram três ovos, 23,08% um e 69,23% dois ovos, enquanto em Moleques do Sul, 13,79% continham um, 51,72% dois e 34,48% três ovos. Na ilha de Lobos, 36%, 60% e 4% dos ninhos com um, dois e três ovos respectivamente (Tabela 1).

Não foram observadas diferenças significativas entre os comprimentos dos ovos ($F_{2-106} = 0,021$; $p < 0,9792$) (Tamboretes = 45; Moleques do Sul = 44; Lobos = 20), bem como em largura ($F_{2-106} = 0,5299$; $p < 0,5902$) (Tabela 2). Apesar da maior amplitude em peso dos ovos de Tamboretes, seguido de Moleques do Sul e Lobos, estes também foram considerados similares ($F_{2-106} = 0,207$; $p < 0,8135$) (Tabela 2).

A média de postura não variou significativamente ($F_{2-6} = 0,1364$; $p < 0,8752$), com o maior valor ocorrendo em Moleques do Sul ($2,21 \pm 0,68$)

(Tabela 3), bem como nos volumes médios dos ovos ($F_{2-106} = 0,4212$; $p < 0,6573$), com valores oscilando entre $89,90 \pm 8,04 \text{ cm}^3$, $89,53 \pm 7,28 \text{ cm}^3$ (Tamboretes) e $91,40 \pm 9,32 \text{ cm}^3$ (ilhas dos Lobos) (Tabela 3). O melhor sucesso de incubação dos ovos foi observada em Tamboretes (55%), seguido por Moleques do Sul (31,8%) e Lobos (15%).

O peso do primeiro ovo “A” foi similar entre as ilhas ($F_{2-36} = 0,6696$; $p < 0,9353$), assim como do segundo “B” ($F_{2-31} = 0,992$; $p < 0,3823$) (Fig. 3a). Houve apenas um registro de terceiro ovos “C” em Lobos (80 g), enquanto que as médias nos outros sítios oscilaram entre $83,0 \pm 11,1$ (Tamboretes) a $87,3 \pm 7,6$ g (Moleques do Sul).

O volume dos ovos “A” foi relativamente maior na Ilha dos Lobos, seguido de Tamboretes e Moleques do Sul, apesar de não diferirem significativamente ($F_{2-36} = 0,3685$; $p < 0,6943$), assim como nos ovos “B” ($F_{2-31} = 0,7877$; $p < 0,4638$). Os ovos “C”, em média, apresentaram os maiores volumes em Moleques do Sul e Tamboretes (Fig. 3b).

O peso dos ovos A, B e C foram similares em Tamboretes ($F_{2-42} = 2,465$; $p < 0,09721$) e Moleques do Sul ($F_{2-13} = 0,462$; $p < 0,64$) (Fig. 3a). Em volume esses ovos foram significativamente diferentes ($F_{2-42} = 2,315$; $p < 0,1112$) em Tamboretes, bem como em Moleques do Sul ($F_{2-13} = 4,461$; $p < 0,0335$) (Fig. 3b).

Tabela 1: Ninhos de *L. dominicanus* monitorados com estacas numeradas e ativos (com ovos) em Tamboretes, Moleques do Sul e Lobos. Amostragens compreendidas entre os meses de maio / 2011 e novembro / 2013.

Local	Tamboretes N = 26			Moleques do Sul N = 29			Lobos N = 25		
Meses	1 ovo	2 ovos	3 ovos	1 ovo	2 ovos	3 ovos	1 ovo	2 ovos	3 ovos
J	0	0	0	1	0	0	0	0	0
A	1	2	1	2	0	3	0	0	0
S	3	11	1	1	5	6	4	9	0
O	2	5	0	0	9	1	5	6	1
N	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total	6	18	2	4	15	10	9	15	1
%	23,08	69,23	7,69	13,79	51,72	34,48	36,00	60,00	4,00

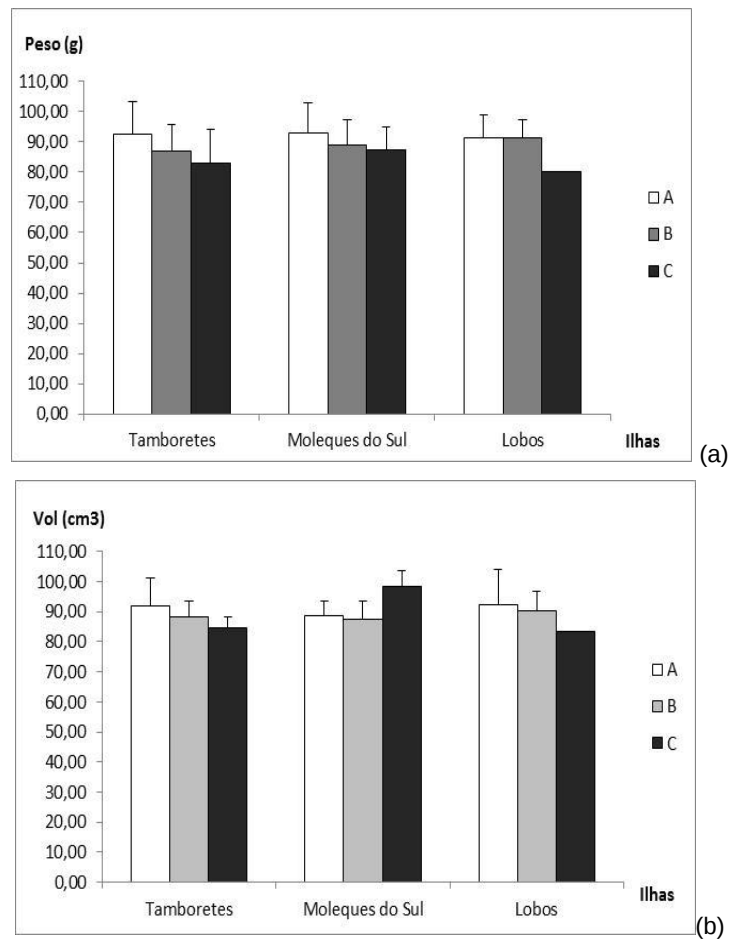


Figura 3. A figura apresenta os valores médios e respectivo desvio-padrão para o peso (g) dos ovos de *L. dominicanus* separados por ordem de postura em A, B e C nas ilhas (a), assim como os volumes médios e desvio-padrão para os ovos A, B e C (b) nas ilhas Tamboretes, Moleques do Sul e Lobos durante o período de maio/2011 a novembro/2013.

Os comprimentos médios de cúlmen incrementaram gradativamente, com os maiores valores nos Juvenis de Moleques do Sul, apesar de apenas um exemplar capturado para cada ilha (Tabelas 4 e 5) (Fig 4a). Na média, os filhotes nos estágios I de Moleques do Sul foram mais pesados em comparação a Tamboretes, porém não significativo ($t = 0,2201$; $p = 0,05$; $gl = 5$), assim como para Jovens II ($t = 0,5978$; $p = 0,05$; $gl = 5$). Nas demais idades, os pesos dos filhotes foram similares (Fig. 4b).

Apesar dos comprimentos médios de tarso terem apresentados valores relativamente mais elevados em Moleques do Sul, em relação aos de Tamboretes, não foram significativos ($t = 0,11$; $p = 0,05$; $gl = 5$), ($t = 0,23$; $p = 0,05$; $gl = 9$), ($t = 0,69$; $p = 0,05$; $gl = 11$); ($t = 0,34$; $p = 0,05$; $gl = 7$) para jovens I, II, III, IV respectivamente (Tabelas 4 e 5) (Fig. 4c).

Os maiores valores médios de occiput foram registrados em Tamboretes, para todas as idades. Apesar deste cenário, as diferenças observadas ($t = 0,19$; $p = 0,05$; $gl = 5$), ($t = 0,68$; $p = 0,05$; $gl = 9$), ($t = 0,19$; $p = 0,05$; $gl = 11$); ($t = 0,3883$; $p = 0,05$; $gl = 7$), não foram significativas (Tabelas 4 e 5) (Fig. 4d).

O crescimento da asa foi uniforme nos estágios I e II, diferindo apenas nos estágios finais, sem diferença significativa ($t = 0,26$; $p = 0,05$; $gl = 11$); ($t = 0,6339$; $p = 0,05$; $gl = 7$) (Tabelas 4 e 5) (Fig. 4e).

Tabela 2. Biometria dos ovos de *L. dominicanus*, durante o período reprodutivo nas ilhas de Tamboretes, Moleques do Sul e Lobos. Amostragem compreendida entre maio / 2011 e novembro / 2013. Para estes valores os ovos não estão separados por ordem de postura, em A, B ou C.

Local	Comprimento (mm)				Largura (mm)			Peso (g)		
	N	<	>	Média	<	>	Média	<	>	Média
Tamboretes	45	66,5	79,0	71,6 ± 2,7	42,0	52,0	49,0 ± 1,7	70,0	115,0	89,2 ± 10,3
Moleques do Sul	44	64,0	77,0	71,6 ± 2,8	45,5	52,0	48,9 ± 1,4	79,0	103,0	90,3 ± 8,8
Lobos	20	66,0	80,0	71,8 ± 3,2	46,0	53,0	49,0 ± 1,7	75,0	100,0	90,7 ± 7,0
ANOVA	F = 0,021 p < 0,9792				F = 0,5299 p < 0,5902			F = 0,207 p < 0,8135		
* = significativo para gl = 2 - 106										

Tabela 3. Número médio por postura e volume médio dos ovos de *Larus dominicanus*, durante o período de desova, nas Ilhas Tamboretes, Moleques do Sul e Lobos. Amostras compreendidas entre os meses de maio / 2011 e novembro / 2013. Para estes valores os ovos não estão separados por ordem de postura, em A, B ou C.

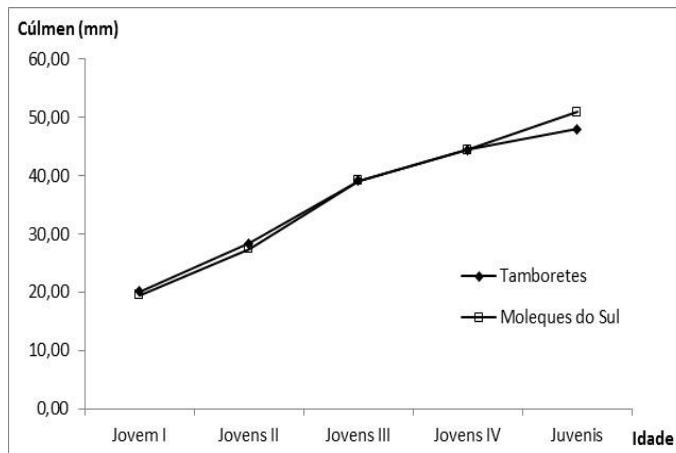
Local	N ninhos	Número médio de ovos por postura	Volume médio (cm ³)
Tamboretes	26	1,85 ± 0,54	89,90 ± 8,04
Moleques do Sul	29	2,21 ± 0,68	89,53 ± 7,28
Lobos	25	1,68 ± 0,56	91,40 ± 9,32
ANOVA		F = 0,1364 p < 0,8752	F = 0,4212 p < 0,6573
		* = significativo para gl = 1 - 9	* = significativo para gl = 1 - 106

Tabela 4. Valores médios apresentados para as medidas de Cúlmen (mm), Peso (g), Tarso (mm), Occiput (mm) e Asa (mm) para *L. dominicanus* de acordo com a classe de idade, capturadas na ilha de Tamboretes.

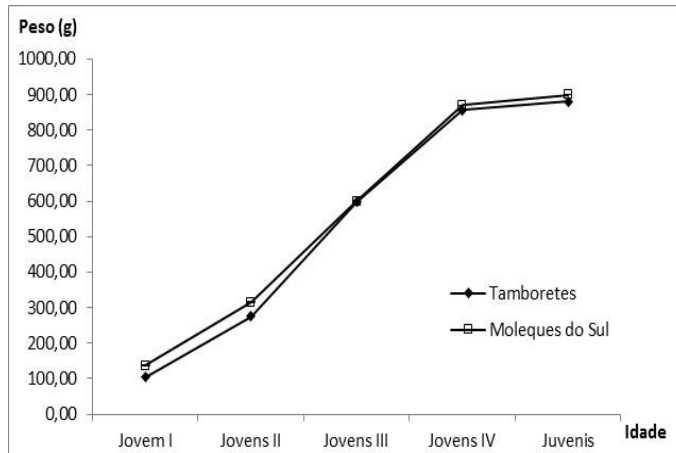
Idade	N	Cúlmen (mm)	Peso (g)	Tarso (mm)	Occiput (mm)	Asa (mm)
Jovens I	4	20,13 ± 0,85	104,00 ± 30,69	26,00 ± 3,56	54,75 ± 3,20	25,50 ± 15,37
Jovens II	8	28,38 ± 3,54	276,13 ± 94,79	40,81 ± 6,29	72,19 ± 6,74	70,91 ± 47,45
Jovens III	7	39,21 ± 1,41	597,14 ± 232,20	52,00 ± 7,95	90,50 ± 9,96	135,43 ± 153,90
Jovens IV	4	44,50 ± 2,38	857,50 ± 116,15	61,00 ± 3,37	106,50 ± 6,45	234,25 ± 211,92
Juvenis	1	48,00 ± 0,00	880,00 ± 0,00	72,00 ± 0,00	114,00 ± 0,00	440,00 ± 0,00

Tabela 5. Valores médios apresentados para as medidas de Cúlmen (mm), Peso (g), Tarso (mm), Occiput (mm) e Asa (mm) para *L. dominicanus* de acordo com a classe de idade, capturadas na ilha Moleques do Sul.

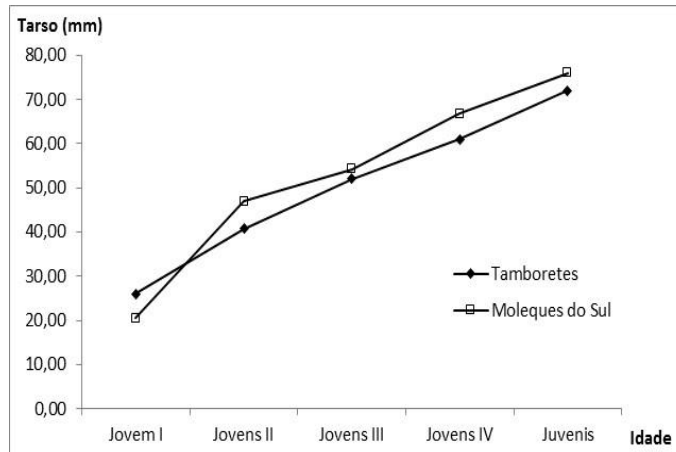
Idade	N	Cúlmen (mm)	Peso (g)	Tarso (mm)	Occiput (mm)	Asa (mm)
Jovens I	2	19,50 ± 0,71	137,50 ± 3,54	20,50 ± 0,71	51,00 ± 0,00	40,00 ± 0,00
Jovens II	2	27,50 ± 3,54	315,00 ± 35,36	47,00 ± 2,83	70,00 ± 4,24	83,50 ± 4,95
Jovens III	5	39,20 ± 1,30	600,00 ± 183,71	54,30 ± 11,78	77,20 ± 22,26	226,10 ± 80,63
Jovens IV	4	44,50 ± 2,38	870,00 ± 229,35	66,75 ± 10,81	99,50 ± 13,60	312,25 ± 227,76
Juvenis	1	51,00 ± 0,00	900,00 ± 0,00	76,00 ± 0,00	106,00 ± 0,00	490,00 ± 0,00



(a)



(b)



(c)

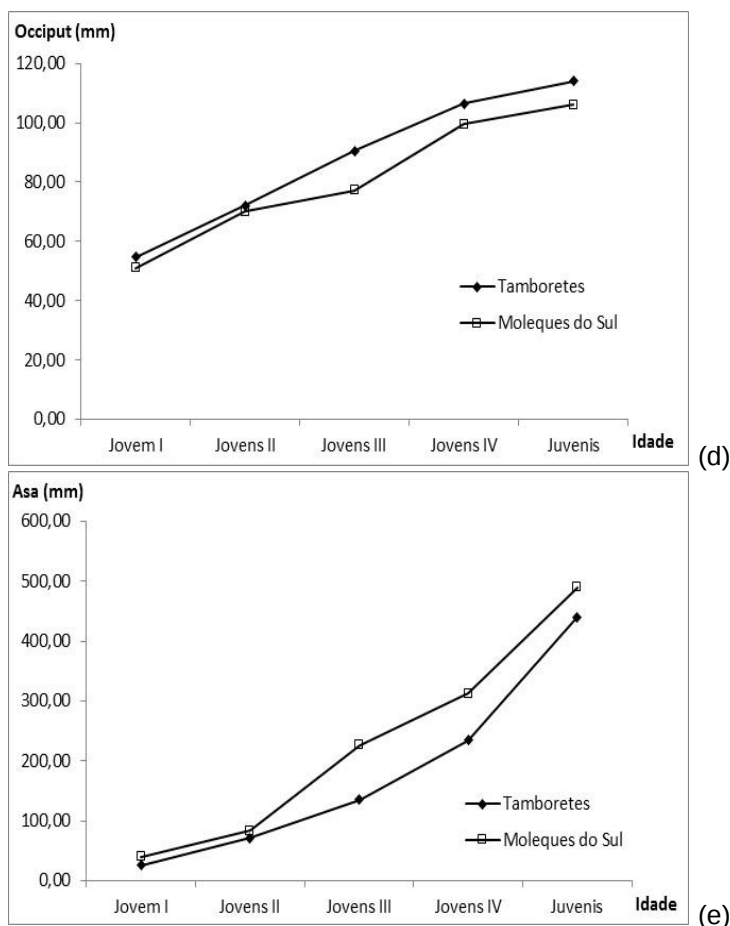


Figura 4. A figura mostra as diferenças do incremento de medidas morfológicas (a), peso (b), tarso (c), occiput (d) e Asa (e) das gaivotas de acordo com a classe etária (Jovens I, Jovens II, Jovens III, Jovens IV e Juvenis) nas ilhas Tamboretes e Moleques do Sul, recrutadas durante as temporadas reprodutivas compreendidas entre o período de maio/2011 e novembro/2013.

4.6. Discussão

Em geral, os exemplares adultos de *L. dominicanus* tendem a ocupar gradativamente as ilhas com a aproximação da temporada reprodutiva, exceto em Tamboretes, onde o maior contingente foi observado em julho, seguido do recuo nos meses seguintes. Branco *et al.* (2009) destacam que o período inicial de ocupação das ilhas serve para demarcação de território e construção dos ninhos. Dentro deste processo, indivíduos adultos que não formam seus pares poderiam deixar a ilha retornando para a costa, como observado em Tamboretes e Moleques do Sul no início da temporada reprodutiva. Pela ausência de visitas à Lobos entre maio e julho, este fenômeno não ficou caracterizado.

O maior sucesso de incubação observado em Tamboretes sugere que a

população de *L. dominicanus* obtem vantagens em relação aos outros sítios. Em virtude da proximidade da ilha a manguezais, seria abundante a oferta de alimentos influenciando os resultados. Reis (2014) fez associação semelhante ao estudar as gaivotas na ilha Mandigituba, no norte do litoral de Santa Catarina. A pesca artesanal do camarão sete barbas contribui significativamente com a disponibilidade de alimentos para essas aves na região norte do estado (Branco 2001). Em Cananéia-Iguape (SP), Barbieri (2008) destaca a importância dos manguezais e da pesca do camarão para comunidades de aves marinhas que ali reproduzem.

Em Moleques do Sul, os resultados estão de acordo com aqueles observados por Prellvitz *et al.* (2009) na ilha Deserta. Apesar de próximas, estas ilhas estariam em desvantagem quando comparadas a Tamboretes, refletindo a escassez de fontes alternativas de alimentação oriundas da pesca artesanal.

Além da oferta de alimentos provenientes dos descartes da pesca artesanal, a atividade reprodutiva da gaivota parece ser influenciada pela posição geográfica das ilhas (latitude). Crawford *et al.* (1982) e Altwegg *et al.* (2007) destacam a importância desse fator na dinâmica populacional de *L. dominicanus*. Apesar de Moleques do Sul e Lobos estarem geograficamente melhor posicionadas, sob a influência das correntes das Malvinas e do Brasil (Rossi-Wongtschowski & Madureir 2006), a produtividade biológica mais intensa desta região parece não influenciar diretamente sobre o desempenho reprodutivo das gaivotas. Como oportunistas em relação a alimentação, a concentração das atividades de pesca será determinante para o desempenho das colônias (Furness & Birkhead 1984, Furness *et al.* 1992, Oro 1996, Krul 1999, Branco 2001, Barbieri 2008, Carniel & Krul 2010).

As maiores abundâncias de gaivotas nas ilhas parecem influenciar negativamente o sucesso de incubação. Em Lobos, considerada a maior colônia *L. dominicanus* do estado, com mais de 1200 pares reprodutivos, obteve o menor sucesso de incubação. Esses resultados sugerem que o aumento no número de gaivotas adultas reproduzindo na ilha possa interferir negativamente sobre as taxas de eclosão e recrutamento, devido a competição intraespecífica por espaço

ou alimento.

De acordo com Spear *et al.* (1987), o incremento anual de indivíduos recém-recrutados de *Larus occidentalis* nas colônias poderiam provocar maior mortalidade de gaivotas reprodutoras, refletindo diretamente nas taxas de eclosão, bem como na sobrevivência dos filhotes devido a falta de cuidado parental. O autor destaca que a escassez de alimentos influenciou diretamente o sucesso de incubação e sobrevivência dos filhotes, aumentando ainda as taxas de canibalismo.

Os maiores ninhos foram construídos em Moleques do Sul. Essa observação estaria condicionada a maior frequência de ninhos com dois e três ovos e incremento da média de postura nessa ilha. O material mais utilizado para construção dos ninhos foi de origem vegetal, como observado por Garcia-Borboroglu & Yorio (2004) na Argentina. Também foram encontradas na construção penas, pequenos ossos de mamíferos e peixes, além de pequenas pedras, corroborando os resultados encontrados por Carniel & Krul (2010), nas ilhas dos Currais, e também por Branco (2009). Peças plásticas também foram utilizadas pelas gaivotas na construção dos ninhos.

O grande volume de lixo encontrado nas ilhas evidencia preocupação para com o manejo desses locais. Ainda não há um plano de manejo para as áreas nas quais estão inseridas as ilhas. Além de resíduos provenientes do tráfego marítimo, as áreas de entorno dos sítios reprodutivos é afetado pelo turismo desorientado, pesca indiscriminada, grande movimento de embarcações, além do risco de contaminação por petróleo entre outros poluentes químicos (Branco 2004; Cesconetto *et al.* 2011).

O peso e volume dos ovos não diferiu por ordem de postura entre as ilhas. Em geral, ovos “A” apresentaram os maiores valores, estando de acordo com Prellvitz *et al.* (2009), com exceção ao volume observado para ovos “C” em Moleques do Sul. Entretanto, ao serem comparados entre si para uma mesma ilha, ovos “A”, “B” e “C” diferiram significativamente em Tamboretes. Como observado para o sucesso de incubação, Branco (2003) e Branco *et al.* (2009), destacam que essa variação seria esperada uma vez que as gaivotas que

reproduzem em Tamboretes, obtêm vantagem da oferta de alimentos da pesca do camarão. Carniel & Krul (2010), na ilha Currais, no Paraná, observaram resultados semelhantes a este estudo, enquanto que Krull (1999), observou volumes médios acima dos registrados neste trabalho, condição esta vinculada a disponibilidade de alimentos oriundos da pesca artesanal.

A disponibilidade de alimentos oriundos da pesca artesanal parece não influenciar o crescimento dos filhotes, contrariando os resultados de Branco *et al.* (2009), que observou vantagem em ganho de peso para Jovens I, II e III capturados na ilha de Tamboretes. Neste estudo, para todas idades, as medidas corporais registradas foram similares entre os sítios, com pequena vantagem em Moleques do Sul. A exceção ocorreu para o occiput, maior em Tamboretes, em todos estágios, porém não significativo. Os resultados observados por Lisnizer (2011) no que tange o incremento de tarso, occiput e cúlmen para gaivotas separadas por idade (1 – 50 dias), foram próximos aos desta pesquisa, porém não compara o crescimento entre diferentes colônias reprodutivas observadas na Patagônia Argentina.

De maneira geral, os dados analisados nesse estudo foram comparáveis a outros autores, evidenciando aparente estabilidade nas populações de *L. dominicanus* no litoral catarinense. O sucesso de incubação, postura e qualidade dos ovos parecem ser influenciados pela pesca artesanal desenvolvidas na região norte do estado. Esta atividade parece não influenciar o desenvolvimento dos filhotes, visto que não foram observadas diferenças no crescimento nas ilhas.

4.7. Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), Brasil, sob a concessão de uma bolsa de doutorado de número 141672 / 2011-0. Todas as atividades de campo foram conduzidas com o suporte do Centro Universitário Leonardo da Vinci (UNIASSELVI), Clube de Observadores de Aves do Vale Europeu (COAVE) e Projeto Aves Marinhas (CTTMar – UNIVALI).

4.8. Referências Bibliográficas

Ainley, D.G. & Boekelheide, R.J. 1990. Seabirds of the Farallon Islands. Ecology,

- dynamics, and structure of an upwelling-system community. R. J. Stanford University Press, 450 p.
- Altwegg, R., Crawford, R. J. M., Underhill, L. G., Martin, A. P. & Whittington, P. A. 2007. Geographic variation in reproduction and survival of kelp gulls *Larus dominicanus vetula* in southern Africa. *J. Avian Biol.* 38: 580-586.
- Barbieri, E. 2008. Variação sazonal do gaivotão (*Larus dominicanus*) durante o ano de 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida, São Paulo, Brasil. *Biota Neotrop.* 8(2): 97–102.
- Belant, J. L. 1997. Gulls in urban environments: landscape-level management to reduce conflict. *Landscape and Urban Planning* 38(3): 245-258.
- Branco, J.O., Fracasso, H. A. A., & Barbieri, E. 2009. Breeding biology of the kelp gull (*Larus dominicanus*) at Santa Catarina coast, Brazil. *Ornitologia Neotropical* 20: 409–419.
- Branco, J. O. 2004. Aves marinhas das Ilhas de Santa Catarina. p.15-36 in *Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação* (Organizado por Joaquim Olinto Branco). Editora da UNIVALI, Itajaí, SC.
- Branco J.O. 2003. Reprodução das aves marinhas nas ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil. *Rev. Brasil. Zoo.* 20(4): 619-623.
- Branco, J. O. 2001. Descartes da pesca do camarão sete-barbas como fonte de alimento para aves marinhas. *Rev. Brasil. Zoo.* 18 (1): 293-300.
- Brooke, R. K. & Cooper, J. 1979. What is the feeding niche of the Kelp gull in South Africa? *Cormorant* 7: 27-29.
- Burger, J. & Gochfeld, M. 1980. Colony and habitat selection of six kelp gull *Larus dominicanus* colonies in South Africa. *Ibis* 123: 298-310.
- Carniel, V. L. & Krul, R. 2010. Numbers, timing of breeding, and eggs of Kelp Gulls *Larus dominicanus* (Charadriiformes: Laridae) on Currais Islands in southern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18(3): 146-15.
- Cesconetto, C., Lopes, G.S., De-Rose-Silva, R., Groch, K.R. & Seyboth E. 2011. Ocorrência de baleias francas austrais (*Eubalaena australis*) na área central da APA (Área de Proteção Ambiental) da Baleia Franca, Imbituba – SC, durante a Temporada Reprodutiva de 2010. 3º Congresso Brasileiro de Biologia Marinha, Natal, Rio Grande do Norte.
- Crawford, R. J. M., Cooper, J. & Shelton, P. A. 1982. Distribution, population size, breeding and conservation of the Kelp Gull in Southern Africa. *Ostrich* 53: 164-177.

- Dantas, G. P. M., Rueda A. V. L., Santos, F. A. & Morgante, J. S. 2010. Sex ratio of the Kelp Gull *Larus dominicanus* (Charadriiformes: Laridae) on the Brazilian coast. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18(3): 152-156.
- Ebert, L. A., Branco, J. O. & Barbieri, E. 2014. Daily activities of *Larus dominicanus* (Lichtenstein 1823) at Saco da Fazenda, Itajai-Açu river estuary, Itajai, SC. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 9(3): 199-206.
- Ebert, L. A. & Branco, J. O. 2009. Variação sazonal na abundância de *Larus dominicanus* (Aves, Laridae) no Saco da Fazenda, Itajaí, Santa Catarina. *Iheringia* 99(4): 437-441.
- Ebert, L. A. & Branco, J. O. 2009. Interação da gaivota *Larus dominicanus* com a pesca industrial e artesanal desenvolvida nas proximidades do Saco da Fazenda, 273-283p. In: Joaquim Olinto Branco; Maria José Lunardon-Branco & Valéria Regina Bellotto (Org.). *Estuário do Rio Itajaí-Açú, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas*. Editora UNIVALI, Itajaí, SC., 312p.
- Furness, R. W.; Ensor, K. and Hudson, A. V. 1992. The use of fishery waste by gull populations around the British Isles. *Ardea* 80:105-114.
- Furness, R. W. & Monaghan, P. 1987. *Seabird ecology*. London., 432p.
- Furness, R. W. & Birkhead, T.R. 1984. Seabird colony distributions suggest competition for food supplies during the breeding season. *Nature*. 3(11): 655-656.
- Garcia-Borboroglu, P. and Yorio, P. 2004. Effects of microhabitat preferences on kelp gull *Larus dominicanus* breeding performance. *J. Avian Biol.* 35: 162-169.
- Giaccardi, M., Yorio, P., Lizurume, E. 1997. Patrones estacionales de la gaivota cocinera (*Larus dominicanus*) en un basural Patagónico y sus relaciones com el manejo de residuos urbanos y pesqueros. *Ornitologia Neotropical* 8: 77-84.
- Higgins, P. J. & Davies, S. J. J. F. (Eds). 1996. *Handbook of Australian, New Zealand and Antarctic Birds. Snipe to Pigeons*. Oxford University Press, Melbourne. 1086 p.
- Krul, R. 1999. Interação de aves marinhas com a pesca do camarão no litoral paranaense. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- Lisnizer, N; Garcia-Borboroglu, P; Yorio, P. 2014. Demographic and breeding performance of a new kelp gull *Larus dominicanus* colony in patagonia, Argentina. *Ardeola* 61(1): 3-14.

- Lisnizer, N. 2011. Dinámica poblacional de la gaviota cocinera em el litoral Patagônico: um enfoque regional para el manejo y la conservación. Tesis de Doctorado en Biología. Universidad del Comahue.
- Lisnizer, N; Garcia-Borboroglu, P; Yorio, P. 2011. Spatial and temporal variation in population trends of Kelp Gulls in northern Patagonia, Argentina. *Emu*. 111: 259–267.
- McLachlan, G. R. & Liversidge, R. 1978. Roberts' birds of South Africa. Central News Agency, South África, 840p.
- Novelli, R. 1997. Aves marinhas costeiras do Brasil (Identificação e Biologia). Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 90p.
- Oro, D. 1996. Effects of trawler discard availability on egg laying and breeding success in the lesser black-backed gull *Larus fuscus* in the western Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 132: 43-46.
- Prellvitz, L. J., Hogan, R. I. & Vooren, C. M. 2009. Breeding biology of kelp gulls (*Larus dominicanus*) on deserta island, southern Brazil. *Ornitologia Neotropical* 20: 61–72.
- Quintana, F. & Yorio, P. 1998. Kelp gull *Larus dominicanus* predation on an imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps* colony in Patagonia. *Marine Ornithology* 26: 84-85.
- Reis, T. C. P. 2014. Reprodução de *Larus dominicanus* na ilha Mandigituba, litoral norte de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade da Região de Joinville.
- Rossi-Wongtschowski, C. L. del B. & Madureir, L. S. P. 2006. O Ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região Sudeste Sul do Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 472p.
- Sick, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 912p.
- Spear, L.B, Penniman, T.M, Penniman, J.F. Carter, H.R. & Ainley, D.G. 1987. Survivorship and mortality fator in a population of western gulls. *Studies in Avian Biology* 10: 44-56.
- Schiavini, A. & Yorio, P. 1995. Distribution and abundance of seabird colonies in the Argentine sector of the beagle channel, Tierra del Fuego. *Marine Ornithology* 23: 39-46.
- Temby, I. & Pieces, D. 2000 (Eds.). Examples of the economic impact and management of the silver gull (*Larus novaehollandiae*) in Melbourne, Australia. National Wildlife Research Center Symposia Human conflicts with wildlife. <http://digitalcommons.unl.edu/nwrchumanconflicts/19>. (Accessed 20/01/2015).
- Thomas, G. J. 1972. A review of gull damage and management methods at

natures reserves. Biol. Conserv. 4: 117 – 127.

Watson, G. E. 1975. Birds of the Antarctic and Sub-Antarctic. Washington, American Geophysical Union, 350 p.

Yorio, P., Bertelotti, M., Gandini, P. & Frere, E. 1998. Kelp Gulls *Larus dominicanus* breeding on the Argentina coast: population status and relationship with coastal management and conservation. Marine Ornithology 26: 11-18.

Yorio, P. & Quintana, F. 1996. Efectos del disturbio humano sobre una colonia mixta de aves marinas en Patagonia. Hornero 14: 60-66.

Yorio, P., Bertelotti, M. & Garcia-Borboroglu, P. 2005. Estado poblacional y de conservación de gaviotas que se reproducen en el litoral marítimo argentino. Hornero 20: 53-74.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os resultados apresentados e discutidos nos três capítulos que compõe a tese são relevantes no aprofundamento do conhecimento de *L. dominicanus* no litoral de Santa Catarina.

No capítulo 1, os resultados indicaram que gaivotas jovens atuam como reservatório de cepas de bactérias patogênicas. Não está claro se a gaivota é vulnerável a esse tipo de contaminação. Entretanto, existem evidências que a rota principal de entrada seja pela alimentação provida pelos pais. Gaivotas adultas, quando estão fora do período reprodutivo, nas regiões costeiras, frequentemente utilizam fontes alternativas de alimento, como resíduos orgânicos descartados em aterros sanitários, esgotos, animais mortos e peixes provenientes da pesca industrial e artesanal.

Desta forma, esses indivíduos estariam expostos a todo tipo de contaminação, transmitindo aos recém nascidos durante o processo de alimentação nas ilhas. Outro indicativo dessa afirmação seria a maior diversidade de bactérias observada em Tamboretes e Moleques do Sul, que estão localizadas próximas a grandes centros urbanos, favorecendo o contato dos adultos à alimentos contaminados.

Como portadora dessas bactérias, *L. dominicanus* poderia causar problemas ao homem. Entre os meses de dezembro a maio, forrageia próximo as empresas de pesca, onde peixes são manipulados fora de estabelecimentos apropriados e também ao ar livre *in natura*. Assim, poderia ocorrer a contaminação desse pescado pelas gaivotas, que atuariam como vetores em potencial para a transmissão de doenças.

Entretanto, ainda faltam subsídios para comprovar essa hipótese. No Brasil, estudos que abordam a microbiologia associada a aves marinhas são escassos. Apesar de nocivas ao homem, as espécies de bactérias identificadas no organismo de *L. dominicanus* poderia ser comensal, fazendo parte da microbiota natural. Ainda assim, torna-se necessário maior acompanhamento desta questão, com objetivo de aprofundar o tema.

No capítulo 2, ficou caracterizado o processo de bioacumulação de metais pesados nas gaivotas jovens. Existem evidências, não conclusivas, que a origem dos resíduos de zinco e chumbo seja proveniente das empresas que atuam na exploração de carvão mineral. Essas mineradoras atuam no sul do estado, próximas a ilha de Lobos e Moleques do Sul, onde foram registradas as maiores concentrações de Pb e Zn, e poderiam contribuir para o carreamento ao longo da costa.

As concentrações observadas ainda estão abaixo daquelas consideradas nocivas a vida das aves, porém o tipo de amostra (penas) e a idade das gaivotas capturadas (juvenis) foram determinantes nos resultados.

Pode-se concluir que o uso de *L. dominicanus* como indicador de qualidade ambiental foi eficaz, principalmente no rastreamento de contaminação oriunda de atividades antrópicas, como metais pesados. Não foram observadas concentrações significativas de mercúrio e cromo, no entanto, a presença de Pb caracteriza a possibilidade de contaminação por esses metais.

Na comparação dos aspectos reprodutivos das gaivotas nas ilhas, descrito no capítulo 3, as aves de Tamboretes apresentaram maior sucesso de incubação em relação a Moleques do Sul e Lobos, sugerindo possível vantagem para a população desse sítio, em função da oferta de alimentos oriundos da pesca artesanal.

Esta ilha também esteve menos exposta a contaminação por metais pesados, sugerindo que as maiores taxas de eclosão estejam associadas a ambientes menos contaminados, como é o caso de Tamboretes. Apesar dos resultados serem observados em gaivotas jovens, há indicativos que indivíduos adultos também possam estar vulneráveis, comprometendo o sucesso reprodutivo nas ilhas de Lobos e Moleques do Sul, que apresentaram maior exposição ao chumbo e zinco.

Os valores observados para o tamanho dos ninhos, postura, volume dos ovos e crescimento dos filhotes, foram próximos entre as ilhas, indicando que as populações reproduzem-se de maneira similar no litoral catarinense. Essas informações também estão de acordo com as observações de trabalhos pretéritos.

O contínuo monitoramento dos processos de bioacumulação e biomagnificação na biota marinha do litoral catarinense, bem como entender como a espécie responde a essas variáveis ambientais é fundamental. Torna-se evidente a construção de um plano de manejo, que leve em consideração todas essas questões, integrando as informações disponíveis, para que seja realizado um gerenciamento ambiental adequado.

6. ANEXOS

✓ Brazilian Journal of Microbiology

From: bjm@sbmicrobiologia.org.br

To: luisaugustoebert@gmail.com, luis.ebert@kroton.com.br

CC: luisaugustoebert@gmail.com, luis.ebert@kroton.com.br, jschlemper@hering.com.br,
marcia_pelisser@hotmail.com, biancaaguarpereira@hotmail.com, marcus.silva@univali.br,
branco@univali.br

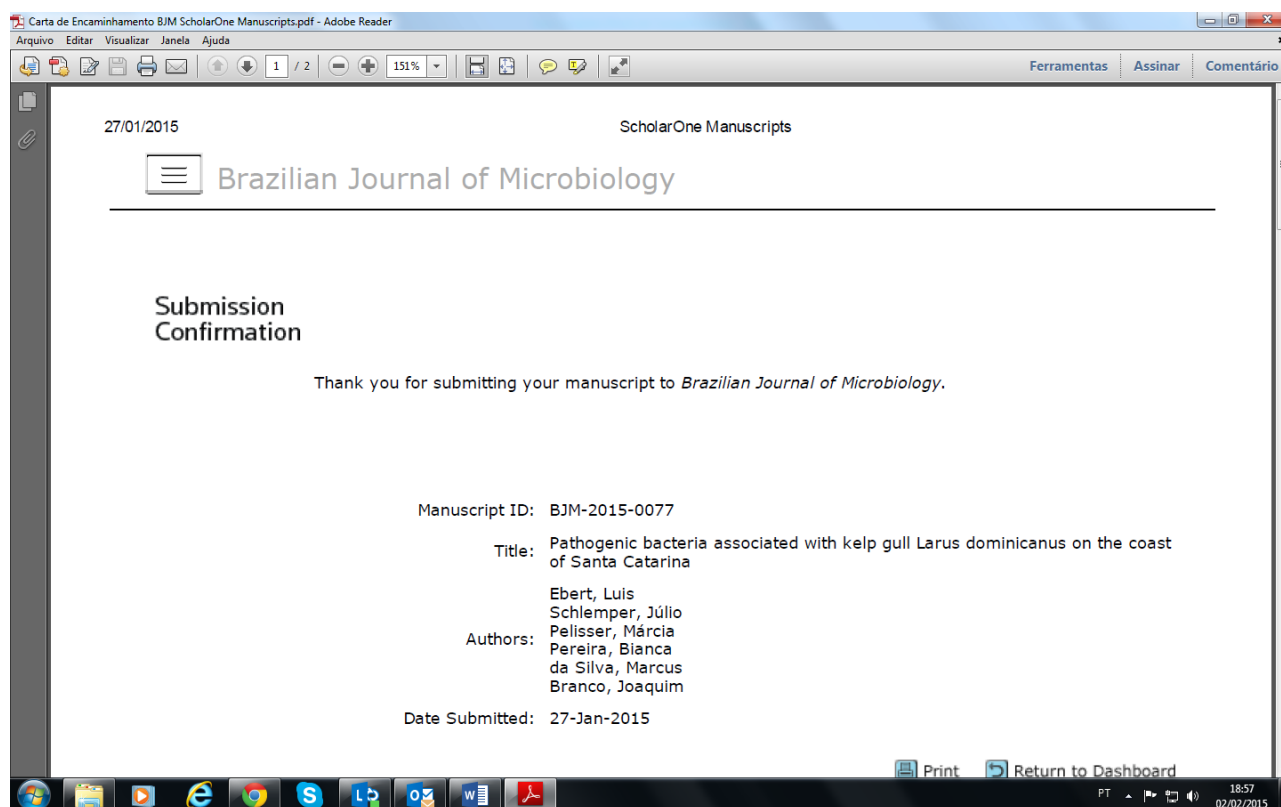
Subject: Brazilian Journal of Microbiology - Manuscript ID BJM-2015-0077

Body: 27-Jan-2015

Dear Mr. Ebert:

Your manuscript entitled "Pathogenic bacteria associated with kelp gull *Larus dominicanus* on the coast of Santa Catarina" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Brazilian Journal of Microbiology.

Date Sent: 27-Jan-2015



Anexo 1. Carta de recebimento do manuscrito pela Brazilian Journal of Microbiology.

✓ **Revista Environmental Monitoring and Assessment**

An International Journal Devoted to Progress in the Use of Monitoring Data in Assessing Environmental Risks to Man and the Environment

Editor-in-Chief: G. B. Wiersma

ISSN: 0167-6369

ISSN: 1573-2959 (electronic version)

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

- Journal article
Harris, M., Karper, E., Stacks, G., Hoffman, D., DeNiro, R., Cruz, P., et al. (2001). Writing labs and the Hollywood connection. *Journal of Film Writing*, 44(3), 213–245.
- Article by DOI
Slifka, M. K., & Whitton, J. L. (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Journal of Molecular Medicine*, doi:10.1007/s001090000086
- Book
Calfee, R. C., & Valencia, R. R. (1991). *APA guide to preparing manuscripts for journal publication*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Book chapter
O'Neil, J. M., & Egan, J. (1992). Men's and women's gender role journeys: Metaphor for healing, transition, and transformation. In B. R. Wainrib (Ed.), *Gender issues across the life cycle* (pp. 107–123). New York: Springer.
- Online document
Abou-Allaban, Y., Dell, M. L., Greenberg, W., Lomax, J., Peteet, J., Torres, M., & Cowell, V. (2006). Religious/spiritual commitments and psychiatric practice. Resource document. American Psychiatric Association. http://www.psych.org/edu/other_res/lib_archives/archives/200604.pdf. Accessed 25 June 2007.

Journal names and book titles should be italicized.

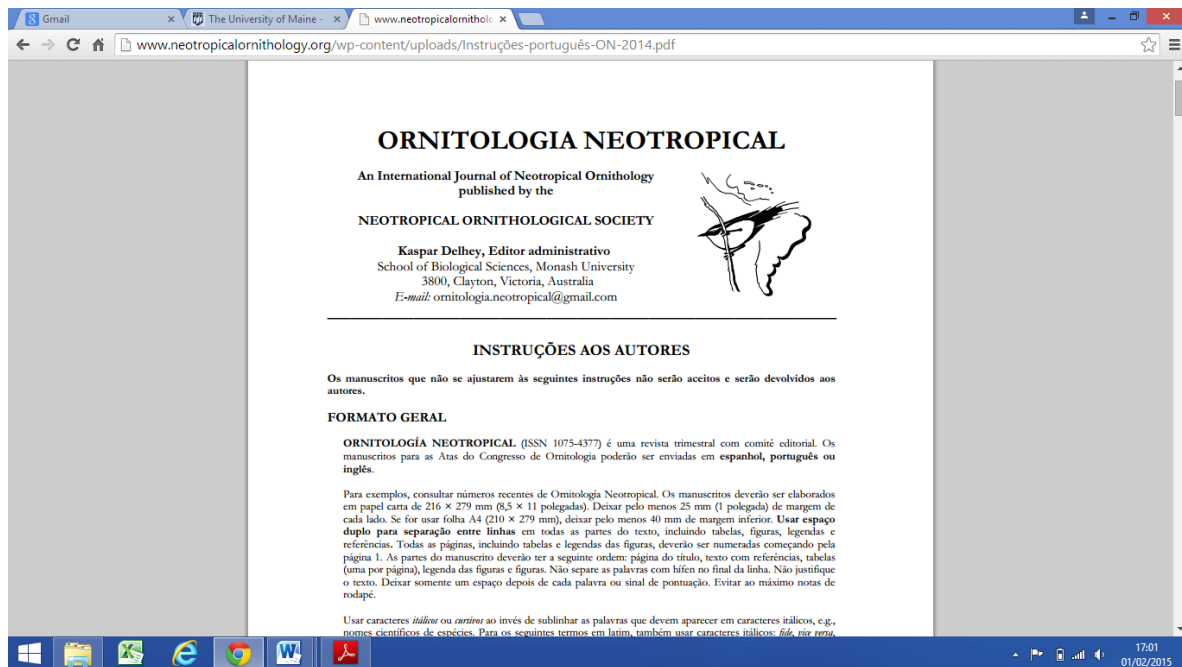
For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

Obs: As instruções completas para os autores podem ser obtidas no site da revista, em:

<https://www.editorialmanager.com/emas/>

Anexo 2. Instruções para publicação na revista *Environmental Monitoring and Assessment*, ao qual será submetido o segundo artigo.

✓ Revista Ornithologia Neotropical



Obs: As instruções completas para os autores podem ser obtidas no site da revista, em:

<http://www.neotropicalornithology.org/wp-content/uploads/Instru%C3%A7%C3%B5es-portugu%C3%AAs-ON-2014.pdf>

Anexo 3. Instruções para publicação na revista Ornithologia Neotropical, ao qual será submetido o terceiro artigo.



Anexo 4. Equipe de campo, após os trabalhos realizados na ilha Moleques do Sul, que está ao fundo.



(a)



(b)

Anexo 5. Trabalho realizado nas ilhas. A primeira imagem retrata o trabalho realizado para deslocar o equipamento para as ilhas dentro de bombonas estanques (a), e a segunda, uma gaivota juvenil, para coleta de amostras (b).



(a)



(b)



(c)



(d)

Anexo 6. A figura “a” mostra os ninhos marcados com estacas numeradas, permitindo o acompanhamento durante as visitas às ilhas. Demais fotos destacam a biometria dos ovos (b), anilhamento dos filhotes de *Larus dominicanus* (c) e registro do cúlmen (d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Anexo 7. Procedimento de solubilização aplicado as amostras de penas para determinação de metais pesados (a), swabs com amostras cloacais para posterior identificação de bactéria (b), material utilizado em campo para coleta de amostras (c) e placas de petri para crescimento bacteriano (d).