



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
Campus Universitário - Trindade  
Florianópolis - SC – Brasil



# **A influência do fenômeno El Niño na abundância de Sternidae no litoral catarinense**

**Maria Luiza Dutra Ramos**

Trabalho apresentado à disciplina BIO7016 – Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito para conclusão do Curso de Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas.

ORIENTADORA: Dra. Bianca Pinto Vieira

Florianópolis, 27 de Fevereiro de 2018.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me permitido realizar esse sonho e pelo o encontro com meu dharma.

Agradeço também aos meus mentores espirituais por me guiarem nessa trilha.

Agradeço aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo incentivo, por nunca terem desistido de mim, pelo apoio psicológico e financeiro. Agradeço pela parceria em campo, por acreditarem e viverem meu sonho, vocês são minha maior inspiração.

Agradeço à minha cachorra e filha de quatro patas Brenda, por todos os sorrisos e carinhos após os dias exaustivos de aulas.

Agradeço ao meu noivo Marcos por ter sido tão compreensível, tão amigo e muitas vezes um anjo nos momentos de dificuldades. Meu amor e gratidão por você sempre.

Agradeço ao meu irmão Alexandre e minha cunhada Manu, pelo apoio e empréstimo da câmera durante todo o ano de pesquisa.

Agradeço aos meus sogros Rosane e Gerson, pela amizade, pelas boas conversas e pelo empréstimo da câmera.

Agradeço à minha tia Sandra e minha vó Alvarina, por todo carinho durante minha vida e mais ainda durante a fase da faculdade.

Agradeço à todos aquele em que passaram por mim na faculdade, especialmente aos meus queridos amigos Kerolin, Carlos, Luana e Paula, pela parceria nos momentos bons e ruins, por terem feito a faculdade ser tornar um pouco mais doce.

Agradeço à minha querida orientadora Bianca, pela oportunidade, pela paciência e por tantos ensinamentos. Sou sua fã.

Agradeço à Bianca Vieira, Carlos Vieira, Nabeel Adulhassan, Iohrana Müller e Kelvis Fisher por terem coletado e disponibilizado os dados entre 2015 e 2016.

Agradeço à Universidade de Glasgow pelo apoio à pesquisa.

Agradeço às professoras Malva Medina e Natalia Hanazaki pela contribuição e revisão do projeto.

Agradeço aos professores pela qualidade de ensino e pelo incentivo durante a caminhada.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina pela oportunidade.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS .....	4
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
3. METODOLOGIA.....	4
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	4
3.2 DADOS PRÉVIOS.....	8
3.3 LEVANTAMENTO DE AVES .....	8
3.4 VARIÁVEIS ABIÓTICAS.....	12
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	13
4. RESULTADOS .....	14
5. DISCUSSÃO .....	16
6. REFERÊNCIAS .....	19

## RESUMO

Mudanças climáticas vêm sendo motivo de grande preocupação considerando seus possíveis impactos na biodiversidade devido a alterações na temperatura dos oceanos, induzido pela temperatura da atmosfera e alterando padrões hidrológicos. Dentre as oscilações climáticas naturais é encontrado o El Niño, um fenômeno climático de aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico Tropical que altera o regime de circulação atmosférica em todo o mundo. O litoral central catarinense é afetado pela ocorrência do El Niño, havendo precipitação superior a média climatológica e por ser formado por baías é fortemente influenciado por mudanças na hidrodinâmica dos estuários. Por serem predadores de topo, utilizarem áreas estuarinas para a alimentação e repouso e dependerem de condições climáticas para reprodução e migração, aves marinhas são sensíveis à essas variações climáticas. Desta forma, foi avaliada a influência do forte El Niño de 2015 e 2016 na abundância de aves marinhas Sternidae. Os dados de abundância foram coletados entre dezembro 2014 e dezembro de 2017, em 24 pontos de praias ao longo do litoral central catarinense. Foram encontradas diferenças na abundância de Sternidae, havendo maior número de indivíduos em ano de El Niño para as espécies *Sterna trudeaui* e *Thalasseus maximus* durante a baixa temporada e uma diferença marginal para *Thalasseus acutiflavus* durante a alta temporada. Embora para as outras espécies estudadas não tenha sido encontrada diferença significativa no tamanho da população, foi identificadas alterações no período de presença entre os meses de ano sem e com El Niño para *Sterna hirundinacea*, *Sternula superciliaris* e *Sterna trudeaui*. Portanto, foram observadas influências do fenômeno El Niño em aves marinhas Sternidae no litoral central catarinense, ocasionando alterações na abundância e nos períodos de migração e reprodução de algumas espécies. Poucos estudos avaliaram a influência de El Niño na América do Sul e seus possíveis impactos na biodiversidade, tornando-se o presente estudo importante para uma melhor compreensão sobre como fenômenos de mudanças climáticas extremas no Pacífico podem afetar aves marinhas também no Atlântico. Por possuir importantes áreas de reprodução e abrigo para espécies de ambientes marinhos e terrestres, o litoral catarinense torna-se um local chave para a proteção e conservação de espécies e ecossistemas frente a futuros cenários de mudanças no clima.



## 1. INTRODUÇÃO

Estudos recentes detectaram grandes alterações climáticas globais como causadoras de impactos nos ecossistemas naturais, na economia e na população em todo o globo (TRENBERTH et al., 2007; MEEHL et al., 2007; POST et al., 2009; HOEGH-GULDBERG E BRUNO, 2010; DURANT et al., 2007; CROXALL et al., 2012). As mudanças climáticas podem ser entendidas como quaisquer mudanças no clima ao longo dos anos causadas tanto por variabilidade natural como por resultado de atividades humanas (BARCELLOS et al., 2009). A principal consequência observada em escalas global e regional das mudanças climáticas é o aumento da temperatura do oceano induzido pelo aquecimento atmosférico (MAROUN, 2007). Tal variação resulta na alteração do ciclo hidrológico, com mudanças na distribuição de chuvas e nos padrões de vento (PATTERSON et al., 1999; OLIVEIRA E VECCHIA, 2009; HOEGH-GULDBERG E BRUNO, 2010; MARIN E NASSIF, 2013).

Também por tais mudanças climáticas, fenômenos esporádicos como a Oscilação Sul-EI Niño (OSEN) aumentam em intensidade (NOBRE, 2010). A OSEN possui uma fase quente, o El Niño, e uma fria, a La Niña (MARENGO, 2006). O El Niño é um fenômeno climático de aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico Tropical, alterando o regime de precipitações e modificando o padrão normal de circulação atmosférica em todo o mundo (MARENGO, 2006). A La Niña é caracterizada pelo resfriamento anômalo das águas do Oceano Pacífico Tropical, formando uma “piscina de águas frias” e também com consequências globais (GRIMM et al., 1996; BARROS, 2013). Ambos os fenômenos são naturais e produzem fortes oscilações na dinâmica geral da atmosfera (GRIMM et al., 1996; BARROS, 2013). A OSEN causa anomalias climáticas na América do Sul associadas principalmente ao deslocamento da célula de Walker, que resulta em fortalecimento do jato de ar subtropical e alterações extremas de precipitação (CAVALCANTI, 1996; GRIMM et al., 1996). No Brasil, a OSEN resulta em aumento da precipitação pluviométrica na região Sul e redução extrema nas regiões Norte e Nordeste durante anos de El Niño (GRIMM et al., 1996; BERLATO E FONTANA, 2003; SALINI, 2012).

A alteração climática causada pela OSEN resulta em efeito cascata na biodiversidade. As condições anômalas oceânicas causadas pelo El Niño são acompanhadas por grandes reduções de plâncton, peixes e aves marinhas nas águas normalmente biodiversas do

Pacífico (BARBER E CHAVEZ, 1983). No evento de 1982-1983, um El Niño muito forte, o alto nível do mar, acompanhado de fortes chuvas, causou inundações em ninhos de aves e consequente baixo sucesso reprodutivo nas Ilhas Galápagos (BARBER E CHAVEZ, 1983). Para a maioria das espécies dos níveis tróficos superiores, acredita-se que o efeito principal do El Niño seja uma diminuição absoluta no crescimento e sucesso reprodutivo, causado pela ruptura da rede alimentar normal, afetando seus recursos alimentares (BARBER E CHAVEZ, 1983). O aquecimento da superfície do mar tem grande influência na distribuição do plâncton, reduzindo o fluxo de nutrientes para a superfície, como também alterando sua abundância e composição (FREITAS et al., 2012). Portanto, o aumento da temperatura altera a disponibilidade de alimentos planctônicos para peixes, que servem de alimento para aves marinhas. As alterações climáticas também modificam a fenologia de vários organismos (tempo de reprodução, migração e seleção de *habitat*), alterando a sincronização entre o predador e a presa (DURANT et al., 2007). Durante o evento do El Niño em 1982, foi observada a mudança de *habitat* utilizados por peixes e camarões, causadas por alterações de correntes marítimas que redistribuíram sua presença no sul da costa do Pacífico (BARBER E CHAVEZ, 1983).

No sul do Brasil, constatou-se a diminuição de peixes de águas estuarinas em anos de El Niño, pois estão mais suscetíveis a influências de alterações na temperatura oceânica, velocidade do vento e aumento da precipitação (GARCIA E VIEIRA, 2001; BARROS, 2013). Garcia e Vieira (2001) demonstraram que as anomalias pluviométricas causadas pelo fenômeno El Niño no sul do Brasil em 1997-1998 também reduziram a abundância de peixes de estuário, porém com maior riqueza geral de espécies. Garcia e Vieira (2001) observaram que espécies de água doce expandiram suas áreas para o estuário devido à redução da salinidade, ao aumento de nível de água e ao aumento do fluxo de água doce na direção a região estuarina.

Por afetar espécies de peixes do sul litoral brasileiro (GARCIA E VIEIRA, 2001; BARROS, 2013), espera-se que o El Niño exerça um efeito de baixo para cima em diversos predadores marinhos, incluindo aves e mamíferos. Neste estudo, o conceito utilizado para aves marinhas segue sua etimologia, considerando as espécies que vivem em território próximo ao mar e por ele influenciado (VIEIRA, 2017a). Entre as aves marinhas presentes no litoral brasileiro, o foco deste trabalho é Sternidae, família composta por gaivotinhas de pequeno porte (tamanho de 38 a 41 cm), coloração predominante branca e coroa preta, pés curtos semipalmados, com bico afilado, pontiagudo e variação da cor de bico conforme a espécie (NOVELLI, 1997; ROSÁRIO, 2004).



As aves marinhas são úteis no estudo das alterações climáticas e ambientais por serem de fácil visualização e estarem distribuídas em níveis trópicos superiores (RAMOS, 2010). Além disso, são sensíveis a variações climáticas, tornando-se indicadores confiáveis de mudanças no ecossistema (DURANT et al., 2007; SYDEMAN et al., 2012). O clima é um fenômeno de extrema importância para a dinâmica reprodutiva e migratória das aves marinhas (MÄDER, 2009). Alterações climáticas podem antecipar a reprodução e causar mudanças no período de migração, bem como no tamanho e na distribuição das populações (MÄDER, 2009). Mudanças no clima podem afetar as aves marinhas também indiretamente através de alterações na disponibilidade de presas, predadores e competidores (DURANT et al., 2007). Se não houver disponibilidade de recursos, ocorre a incompatibilidade entre a necessidade de alimentos e a disponibilidade, diminuindo a sobrevivência e reprodução dos indivíduos (DURANT et al., 2007). A produção e qualidade de ovos produzidos por aves marinhas também exigem muitos recursos necessários em uma determinada época, o que pode influenciar na sobrevivência dos filhotes (MEIJER E DRENT, 1999; DURANT et al., 2007). As aves marinhas dependem principalmente de peixes e lulas, mas também de mesozooplâncton (copepodos e krill) para o forrageamento bem sucedido (SYDEMAN et al., 2012). Espécies de aves marinhas Sternidae ocorrem no Brasil e utilizam a costa brasileira para reprodução, descanso e alimentação (BURGER, 2001). Mudanças climáticas afetam a distribuição e abundância de presas, apresentando efeito direto na teia alimentar e, conseqüentemente, nas aves marinhas (SYDEMAN et al., 2012).

No litoral brasileiro, destaca-se a região de Santa Catarina, por ser ponto de encontro de massas de águas do Atlântico, propiciando grande produção primária e alta disponibilidade de recursos no litoral (ACHA et al., 2004). O litoral catarinense também apresenta importantes ilhas de nidificações e de abrigo para Sternidae (BRANCO, 2003). Portanto, populações de Sternidae na América do Sul são provenientes tanto de migração como residentes (BARBIERI E PINNA, 2007), tornando-se o litoral de Santa Catarina um importante local de descanso e reabastecimento de energia para aves marinhas (BEGE E PAULI, 1989; VIEIRA, 2014).

Aves marinhas podem ser encontradas ao longo de todo ano no litoral catarinense em áreas de descanso e forrageio (ROSÁRIO, 1996). A eficiência de tais locais para conservação depende da preservação de condições como abundância de alimentos e

segurança (VIEIRA et al., 2015). Variabilidades climáticas, como o El Niño, induzem a mudanças na hidrodinâmica de estuários e nos oceanos adjacentes na Região Sul do Brasil (ACHA et al., 2004). Melhorar nossa compreensão dos efeitos das alterações climáticas sobre os organismos marinhos é importante para a conservação efetiva de espécies e ecossistemas, como também para a proteção dos serviços ecossistêmicos que beneficiam a sociedade (RICHARDSON E POLOCZANSKA, 2008; SYDEMAN et al., 2012). Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do fenômeno El Niño nas aves marinhas Sternidae no litoral central catarinense.

## **2. OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo testar se as aves marinhas Sternidae, *Sterna hirundinacea* (Lesson, 1831), *S. trudeaui* (Audubon, 1838), *Sternula superciliaris* (Vieillot, 1819), *Thalasseus acutiflavidus* (Cabot, 1847) e *T. maximus* (Vigors, 1825) sofrem alterações devido à ocorrência do fenômeno El Niño no litoral central catarinense.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Verificar se há diferença na abundância das populações locais de Sternidae no litoral central catarinense em ano com e sem ocorrência do El Niño; e,
2. Identificar a presença ou ausência das espécies em ano com e sem ocorrência do El Niño.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

O litoral de Santa Catarina, no sul do Brasil, estende-se por 561,4 km entre os paralelos 25° 58" S e 28° 37" S e os meridianos 48° 25" O e 48° 49" O (MORAES, 1995; SCHERER et al., 2006). O litoral catarinense tem 36 municípios costeiros, totalizando aproximadamente 9.094,4 km<sup>2</sup> de área terrestre e 5.894 km<sup>2</sup> de área oceânica (SCHERER et al., 2006). As áreas estudadas estão localizadas no litoral central catarinense, divididas em 24 pontos para observação que cobrem 19 % do litoral catarinense. Os pontos de observação estão situados nos municípios de Palhoça (cinco), Biguaçu (um), Tijucas (um)



e Florianópolis (18), sendo 16 pontos localizados na Ilha de Santa Catarina e dois na região continental (Figura 1). Os pontos de observação estão localizados em praias, manguezais e lagoas em toda a ilha e continente próximo. Na região sul de Florianópolis, estão os manguezais da Tapera; as praias do Ribeirão da Ilha, Pântano do Sul, Armação e Campeche; e a Lagoa do Peri (Figura 1). Na porção leste, estão as praias da Joaquina e Barra da Lagoa, bem como a Lagoa da Conceição (Figura 1). Na porção central, foram amostrados os manguezais de Pirajubaé e da Ponta do Coral (Figura 1). E, por fim, na região norte, foram amostradas as praias dos Ingleses e Sambaqui, bem como os manguezais da Ponta das Canas e do Pontal do Jurerê (Figura 1).

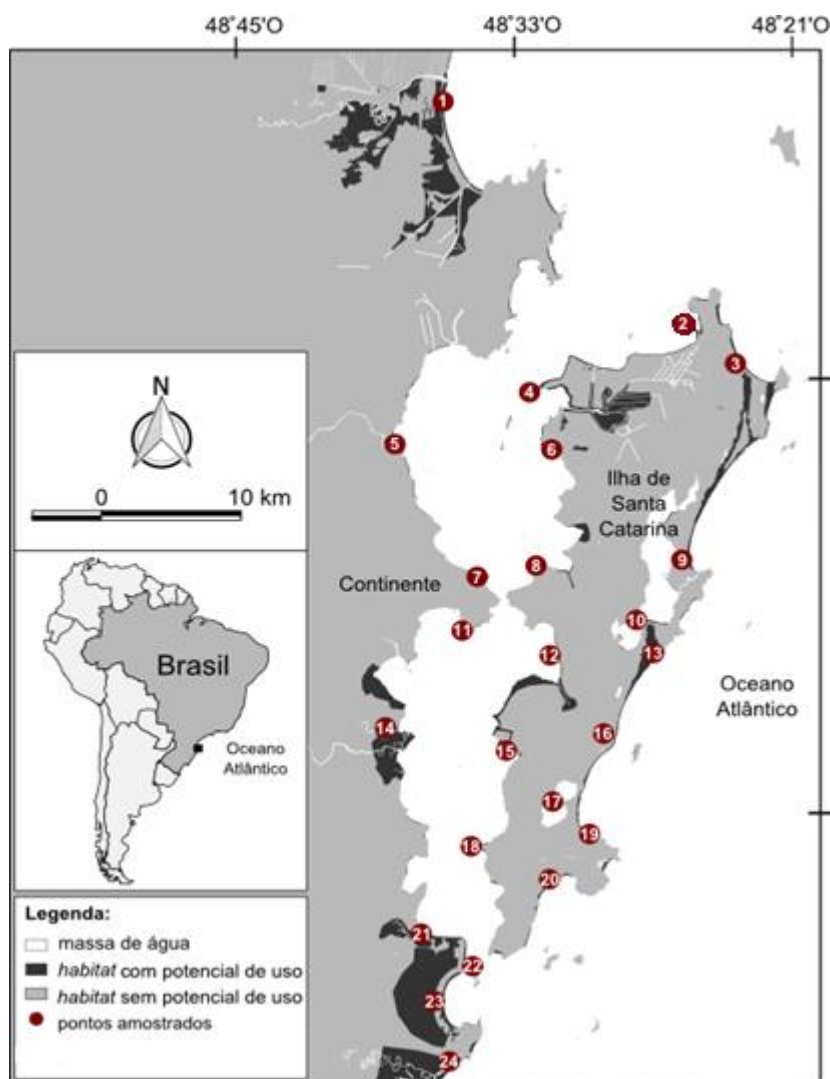


Figura 1 - Localização dos pontos de amostragem no litoral catarinense. 1- Foz do Rio Tijucas, 2- Ponta das Canas, 3- Ingleses, 4- Pontal do Jurerê, 5- Foz do Rio Biguaçu, 6- Sambaqui, 7- Balneário de Estreito, 8- Ponta do Coral, 9- Barra da Lagoa, 10- Lagoa da Conceição, 11- Coqueiros, 12- Pirajubaé, 13- Joaquina, 14-

Barra do Aririú, 15- Tapera, 16- Campeche, 17- Lagoa do Peri, 18- Ribeirão da Ilha, 19- Armação, 20- Pântano do Sul, 21- Foz do Rio Maciambu, 22- Papagaio, 23- Pinheira, 24- Guarda do Embaú. Imagem adaptada de Vieira (2017b).

Esses pontos foram escolhidos em função da abundância de aves marinhas conhecidas, no qual utilizam áreas úmidas para repouso e alimentação (BRANCO et al., 2004; EFE et al., 2010; VIEIRA 2014, 2016; VIEIRA et al., 2014) e a possibilidade de acesso ao longo do ano. Além disso, as áreas de estudo apresentam alta riqueza devido ao complexo mosaico de *habitat*, com muitas espécies animais essenciais na alimentação de aves aquáticas (VIEIRA et al., 2014). Portanto, desempenham papel importante como área de forrageamento e descanso para aves marinhas residentes e migratórias (VIEIRA, 2016).

Os ambientes de praia na área de estudo são caracterizados por sedimentos costeiros de composição variada, condicionados pela ação de ondas incidentes sobre a costa (NUNES, 2002). As áreas lagunares costeiras são definidas como ambientes estuarinos, onde as águas salinas e doces interagem, com conexão restrita ao mar por uma ou mais aberturas (PERILLO, 1995; PEREIRA, 2004). Em locais de planícies litorâneas, onde a hidrodinâmica tende a ser mais calma com desembocaduras de rios, ocorrem os manguezais e as planícies de maré (HUBER, 2004). Os manguezais se desenvolvem onde as águas são menos agitadas, havendo estabelecimento de vegetação adaptada às invasões de maré e ao acúmulo de lodo (DE SOUZA SOBRINHO et al., 1969). Já as planícies de maré são áreas de lodo visíveis durante a maré baixa, expondo diversos invertebrados e disponibilizando áreas de descanso para as aves marinhas (REISE et al., 2010). Por ser um sistema de transição entre os ambientes terrestre e aquático, manguezais e planícies de maré possuem alta produtividade primária, contribuindo para a fertilização das regiões costeiras (PANITZ, 1986; PANITZ E PORTO-FILHO, 2017).

**- Região do município de Palhoça:** O município de Palhoça, Santa Catarina, forma parte da microrregião da Grande Florianópolis. Localiza-se nas coordenadas 27° 38' S e 48° 40' O, com área aproximada de 325 km<sup>2</sup> (VILLAVERDE, 1996) e a cerca de 50 km de Florianópolis. A temperatura média anual da região em anos regulares é de 18° C, com precipitação de 841 mm/ano e umidade relativa do ar média de 80 % (MILAN, 2010). A área de estudo compreende a porção litorânea do município, com pontos nas praias Guarda do Embaú, Pinheira e do Papagaio, bem como nos manguezais da Foz do Rio Maciambu e da Barra do Aririú (Figura 1).



- **Região litoral central norte:** Os municípios de Biguaçu e Tijucas estão localizados no centro-norte do Estado de Santa Catarina. Os pontos deste estudo estão localizados na Foz do Rio Biguaçu e Foz do Rio Tijucas (Figura 1). A região apresenta temperatura média de 20,65° C em anos regulares, umidade relativa do ar média de 82,20 % e precipitação de 1.600 mm/ano (DARELLA, 2008). O Rio Biguaçu é o principal aporte fluvial do lado continental da Baía Norte, com aproximadamente 40 km de extensão e desembocadura frequentemente dragada (PARIZOTTO, 2009). Decorrente à dragagem, o assoreamento da foz é visível, principalmente no período de maré baixa, e forma bancos de lama e areia (SILVA E ROSS, 2006). A Baía de Tijucas e sua enseada adjacente são formadas pela foz e estuário do Rio Tijucas. A bacia hidrográfica do Rio Tijucas termina em uma extensa planície costeira lamosa, formada ao longo de milênios pelo grande aporte sedimentar arenosos e lamoso (ALMEIDA, 2008).

- **Região continental de Florianópolis:** Os pontos de estudo incluem a praia de Coqueiros, localizada na Baía Sul, e a praia de Balneário de Estreito, na Baía Norte (Figura 1). A região continental de 12,1 km<sup>2</sup> é separada da ilha por um estreito de aproximadamente 500 m de largura, formado pelas Baías Norte e Sul (ARCENIO, 2006). Essas duas baías, com aproximadamente 50 km de comprimento, apresentam limites com o leste e oeste da ilha e com o continente, recebendo o aporte de inúmeros pequenos estuários (ALVES-JÚNIOR, 2011). O maior rio deste estuário é o Rio Cubatão, localizado na margem continental da Baía Sul (ALVES-JÚNIOR, 2011). A hidrodinâmica do estuário é fortemente influenciada por correntes de maré e pela direção e intensidade dos ventos (PARIZOTTO, 2009).

- **Região insular de Florianópolis:** A Ilha de Santa Catarina possui 431 km<sup>2</sup> de área e 88 km de extensão total, apresentando formato alongado com orientação geral sentido nordeste-sudoeste e distando apenas cerca de 500 m do continente (MAZZER, 2009). A ilha apresenta mais de 40 praias arenosas, com fisiografias variáveis separadas por afloramentos rochosos (BLANKENSTEYN, 2006). A temperatura média anual em anos regulares é de 20° C, com precipitação total anual de 1.400 mm e umidade relativa de 85 % (MARTINS, 2012). Os ventos mais frequentes apresentam direção norte e nordeste e,

quando presentes, os de quadrantes sul são mais intensos (PORTO-FILHO, 1993; MAZZER, 2009).

### 3.2 DADOS

Os dados coletados em 2017 foram considerados como ano sem El Niño, de acordo com o Índice Oceanic Niño – ONI, disponível no Centro de Previsão Climática da NOAA em [www.cpc.ncep.noaa.gov](http://www.cpc.ncep.noaa.gov). Os dados referentes ao período de La Niña foram agrupados com os anos sem OSEN por não serem o foco deste estudo e não exercerem efeito significativo nos dados sem OSEN ( $P > 0,05$ ). Os dados relativos ao ano com ocorrência do El Niño são provenientes do projeto “Ecology of Charadriiformes in Brazil”, coordenado por Bianca P. Vieira, e foram coletados por voluntários entre dezembro de 2014 e dezembro de 2016. As pesquisas anteriores realizaram coleta de dados com os mesmos métodos do presente estudo e os mesmos pontos de observação, conforme sessões 3.3 e 3.4.

### 3.3 LEVANTAMENTO DE AVES

Para obter os dados de amostragem quantitativa com o propósito de verificar a abundância de aves, foi realizado o método de *Distance Sampling* (BUCKLAND et al., 2008). Neste método, as aves são contadas a partir de pontos de observação, tendo a distância entre observador e o bando de aves mensurada (BUCKLAND et al., 2008). Em cada ponto, foi efetuada a observação direta para a identificação das espécies, contagem de indivíduos, verificação do tipo de comportamento e a estimativa da distância da ave. Para evitar a repetição de contagens em cada ponto, foi aplicada a técnica de varredura (VIEIRA, 2014). Para evitar uma possível repetição de contagem entre pontos, cada ponto apresentou distância de pelo menos 4 km um do outro e as contagens em pontos próximos ocorreram no mesmo dia. As contagens foram realizadas com o auxílio de binóculos Nikon 8x40. Os registros foram feitos com máquina digital Nikon modelo Coolpix L810 para confirmação das observações feitas em campo.

O levantamento das aves migratórias estudadas (*Sterna hirundinacea*, *S. Trudeaui*, *Sternula superciliaris*, *Thalasseus acutiflavus* e *T. maximus*) foi realizado durante o período de uma hora em cada ponto (VIEIRA, 2014). A amostragem foi repetida mensalmente entre janeiro de 2017 e dezembro de 2017 em todos os pontos. Para a identificação das

aves, foram utilizados o guia Novelli (1997). Os caracteres determinantes para a identificação das espécies foram a coloração do bico, forma da coroa e o tamanho da ave (NOVELLI, 1997; Bianca P. Vieira, material não publicado).

Conforme informações em tais materiais, a espécie *Sterna hirundinacea* apresenta bico vermelho e coroa preta na época reprodutiva, bem como cabeça branca com apenas nuca preta na época não-reprodutiva. Quando jovem possui bico preto e manchas escuras na plumagem (Figura 2).



Figura 2 - Indivíduos *Sterna hirundinacea* jovem (esquerda) e adulto (direita), junto ao bando de *Phalacrocorax brasilienses*, *Rynchops niger* e *Thalasseus aculflavidus* em Pontas das Canas – SC. Autoria: Maria Luiza Dutra Ramos 2017.

*Sterna trudeaui* possui bico tricolor (alaranjado, preto e amarelo) na época reprodutiva e bico preto com a ponta amarelada quando em plumagem não-reprodutiva. Além disso, o bico é totalmente preto quando jovem. A espécie não possui coroa, mas



somente uma faixa transocular preta (Figura 3). *Sterna superciliaris* é relativamente menor que as outras espécies, apresenta bico amarelo, coroa preta quando em plumagem reprodutiva e se diferencia pela presença da faixa transocular preta e mancha branca na testa (Figura 4).



Figura 3 - *Sterna trudeaui* junto a bando de *Rynchops niger* e *Thalasseus acutiflavus* em Ponta das Canas – SC. Autoria: Maria Luiza Dutra Ramos 2017.



Figura 4 - Indivíduo *Sterna superciliaris* adulto junto a bando de *Rynchops niger*. Autoria: Bianca P. Vieira 2015.

*Thalasseus acutiflavus* é caracterizado pelo bico fino amarelado ou amarelo com manchas escuras, com uma leve depressão na base da mandíbula inferior e cabeça branca com nuca preta na época não reprodutiva (Figura 5). Possui coroa preta quando está em plumagem reprodutiva e também pode apresentar bico escuro com a ponta amarela. Já a espécie *T. maximus* se diferencia por ser maior e mais robusta que as outras espécies, com bico mais grosso, longo e alaranjado, cabeça branca com nuca preta ou, quando em plumagem reprodutiva, com coroa preta (Figura 6).



Figura 5 - Bando de *Thalasseus acutiflavus* em Pontal do Jurerê – SC. Autoria: Maria Luiza Dutra Ramos 2017.





Figura 6 - Bando de *Thalasseus maximus* em área de de descanso em Pontal do Jurerê – SC. A autoria: Maria Luiza Dutra Ramos 2017.

### 3.4 VARIÁVEIS ABIÓTICAS

A condição normal da temperatura na superfície do mar (TSM) na região central da bacia do Oceano Pacífico, com concentração de águas quentes na parte oeste levadas por ventos equatoriais e de água fria na região leste, caracteriza o ano como regular (DE PAULA et al., 2010). Nessa situação, o clima tende a seguir o comportamento mais próximo do padrão climático, sem influência da OSEN (JACÓBSEN et al., 2004). Quando ocorrem anomalias na TSM nessa região do Pacífico, verificam-se mudanças no padrão normal de circulação atmosférica relacionadas a OSEN, havendo alterações principalmente na temperatura, ventos e regime de precipitações sazonais (MINUZZI, 2010).

Para identificar a ocorrência do El Niño nos anos de pesquisa, foi utilizado o Índice El Niño Oceânico – ONI. O ONI é uma medida da OSEN que calcula as medidas da temperatura superficial do mar do Pacífico de uma média de três meses, sendo que o ONI





maior que +0,5 por no mínimo cinco meses consecutivos é caracterizado como El Niño (MARCUIZZO, 2012).

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Todas as análises foram realizadas no programa R 3.2.4 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2018). A abundância das populações locais de *Sterna hirundinacea*, *S. trudeaui*, *Sterna superciliaris*, *Thalasseus acutiflavus* e *T. maximus* foi estimada conforme ano com e sem a ocorrência do El Niño usando o pacote *Distance 0.9.6* (MILLER, 2016). Os modelos para estimativa de abundância consideraram a performance de diferentes funções de detecção (BUCKLAND et al., 2008). Ao modelo Half-normal, foi aplicado um ajuste de cosseno com termo fixado uma vez a detecção de aves diminui com a distância, mas volta a crescer em longas distâncias devido ao comportamento das aves marinhas na área de estudo. As aves estudadas se distribuem na região praial, que é cercada por água, mas possui bancos de areia em longa distância. As estimativas de abundância assumem certeza na detecção, contagem, identificação e medição da distância (BUCKLAND et al., 2008). Para cada estimativa obtida, foi calculado o coeficiente de variação (CV) também usando o pacote *Distance 0.9.6*. O CV é uma medida de precisão relativa das estimativas que informa se tais estimativas são significativas ou não. O CV é considerado bom se  $< 0.5$  (MARSDEN, 1999; HAGEN et al., 2016).

Os dados de estimativa de abundância foram testados quanto à normalidade utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk. Para testar a diferença na abundância das espécies no litoral central catarinense em ano com e sem ocorrência de El Niño, as estimativas obtidas por espécie e mês foram comparadas com um teste t. Para evitar o efeito da variação populacional natural conforme época migratória, os dados de estimativa de abundância foram separados em 6 meses de alta temporada de abril a setembro e 6 meses de baixa temporada entre outubro a março, de acordo com a abundância verificada em estudos anteriores na região (VIEIRA, 2014; ROSÁRIO, 2014; BRANCO, 2003). Já a presença e ausência significativa de espécies conforme o fenômeno El Niño foi testada utilizando um índice de dissimilaridade de Bray-Curtis – *BC* (BRAY E CURTIS, 1957).

#### 4. RESULTADOS

Foram encontrados valores de CV abaixo de 0.5 para a maioria das estimativas de abundância obtidas, porém devido ao grande número de ausências de algumas espécies em determinados períodos, ocorreu alta variação do erro padrão e quatro valores de CV foram altos em alguns meses para *Sterna trudeaui* (CV = 0,81), *S. hirundinacea* (CV = 0,76) e *Thalasseus maximus* (CV = 0,78).

As espécies *S. trudeaui* e *T. maximus* apresentaram diferença significativa na média populacional ( $P < 0,05$ ), havendo maior abundância para o ano com ocorrência de El Niño durante a baixa temporada (Tabela 1). Durante a alta temporada, a espécie *T. acufavidus* apresentou uma diferença marginal (Tabela 1), observando-se maior número de indivíduos em ano com ocorrência de El Niño (Figura 7). Para as outras espécies de Sternidae, não foram encontradas diferenças significativas para a abundância em anos com ou sem ocorrência do El Niño durante a baixa e alta temporadas (Tabela 1).

Devido ao grande número de ausências para a espécie *Sternula superciliaris*, não há como aplicar o teste t. É possível observar apenas uma presença em ano com El Niño durante a alta temporada (Figura 7).

Tabela 1 - Diferença significativa da média de abundância de Sternidae, comparadas a ano com ocorrência de El Niño e não ocorrência de El Niño, durante a alta e baixa temporada. Valores significativos possuem  $P < 0,05$ .

BAIXA TEMPORADA	<i>t</i>	<i>DF</i>	<i>P</i>
<i>Sterna trudeaui</i>	3.6973	5.5316	0.01171
<i>Thalasseus maximus</i>	2.684	5.0028	0.04359
<i>Thalasseus acufavidus</i>	0.29926	8.0977	0.7723
<i>Sterna hirundinacea</i>	0.87746	6.1134	0.4134
<i>Sternula superciliaris</i>	NA	NA	NA
ALTA TEMPORADA	<i>t</i>	<i>DF</i>	<i>P</i>
<i>Sterna trudeaui</i>	1.849	5.1757	0.1217
<i>Thalasseus maximus</i>	1.2004	9.0245	0.2605
<i>Thalasseus acufavidus</i>	2.0393	9.982	0.06878
<i>Sterna hirundinacea</i>	1.3106	5.0029	0.2469
<i>Sternula superciliaris</i>	NA	NA	NA

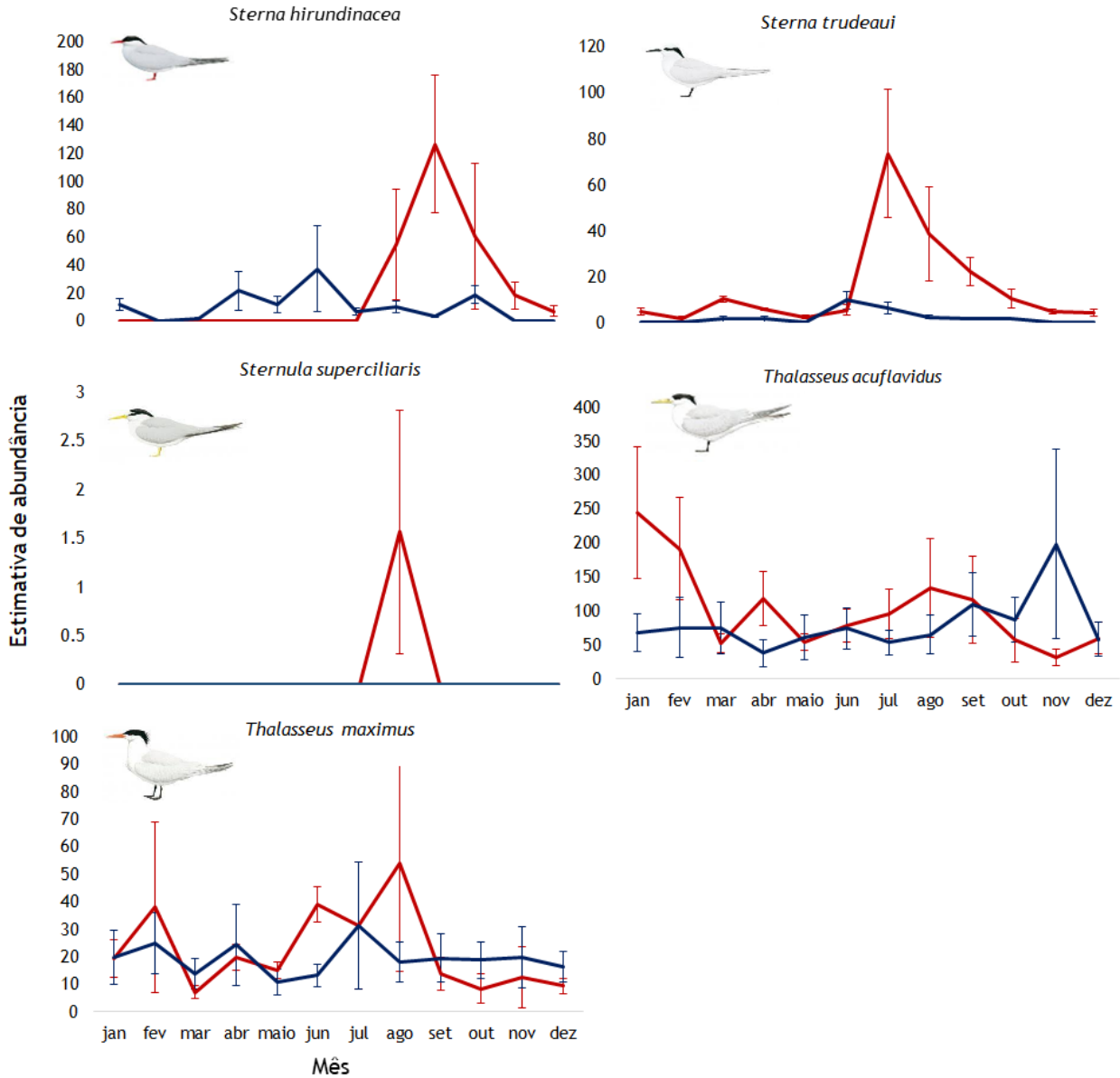


Figura 4 - Estimativa média de abundância das espécies para cada mês em anos com (linha vermelha) e sem (linha azul) a ocorrência de El Niño. O período de alta temporada foi considerado entre abril e setembro, enquanto a baixa temporada foi considerada entre outubro e março. As estimativas foram realizadas com dados entre dezembro de 2014 e dezembro de 2017. As barras representam o erro padrão de cada estimativa.

Apesar de não haver diferença significativa na média de abundância para a maioria das espécies de Sternidae com e sem a ocorrência do El Niño, foi encontrada diferença na

comparação da similaridade de abundância entre cada mês conforme alta e baixa temporada, indicando alteração no período de presença das populações locais na área de estudo (Figura 7). Houve diferença na estimativa de abundância entre os meses de baixa e alta temporada, respectivamente, para as espécies *Sterna trudeaui* ( $BC = 0.16$  e  $BC = 0.20$ ) e *Sternula superciliaris* ( $BC = 0$  e  $BC = 0$ ). A espécie *Sterna hirundinacea* teve abundâncias similares na alta temporada ( $BC = 0.90$ ), porém não na baixa temporada ( $BC = 0.32$ ). Para *Thalasseus acutiflavus*, a diferença marginal na média de abundância durante a alta temporada não foi acompanhada pela baixa diferença mês a mês ( $BC = 0.79$ ). Durante a baixa temporada, também não ocorreu diferença entre os meses para a média populacional ( $BC = 0.57$ ). Ainda que a espécie *T. maximus* tenha apresentado diferença na média populacional durante a baixa temporada entre os anos com a ocorrência do El Niño, essa diferença não pode ser detectada entre os meses ( $BC = 0.78$ ) apresentando similaridade. Não ocorreu diferença entre os meses na alta temporada para *T. maximus* ( $BC = 0.73$ ).

## 5. DISCUSSÃO

Foram encontradas diferenças significativas na abundância de Sternidae para as espécies *Sterna trudeaui* e *Thalasseus maximus*, havendo maior número de indivíduos durante a baixa temporada em ano com El Niño. O mesmo foi observado por Vieira (2017b), que encontrou aumento na população de *Rynchops niger* em Santa Catarina durante sua baixa temporada no ano de ocorrência do forte El Niño de 2015-2016. O aumento da população durante o ano de El Niño pode estar relacionado ao aumento da disponibilidade de alimento próximo às áreas de invernada, atraindo espécies de outros sítios (ACHA et al., 2004; FAVERO E BECKER, 2006; VIEIRA, 2017b).

Para a espécie *Thalasseus acutiflavus* também foi encontrada uma diferença marginal, porém com maior abundância durante a alta temporada, período em que ocorre a reprodução em ilhas próximas ao litoral catarinense, como as ilhas Deserta e Cardos (FRACASSO, 2009; VIEIRA et al., 2015). O litoral central catarinense é afetado pela ocorrência do El Niño, havendo precipitação superior a média climatológica, principalmente na primavera, com chuvas intensas de maio a junho e aumento da temperatura (SALINI, 2012). O aumento da precipitação ocasiona mudanças na hidrodinâmica dos estuários, ocorrendo maior escoamento dos rios e com isso o aumento da produtividade e disponibilidade de alimentos para aves marinhas (ACHA et al., 2004; FAVERO E BECKER,



2006). Com a alteração da salinidade devido a alta precipitação, peixes de água doce acabam se expandindo para áreas de estuário (GARCIA, 2001). Favero e Becker (2006) ao estudar a espécie *Sterna hirundo* na época não reprodutiva, também observaram maior abundância de indivíduos para áreas estuarinas da Argentina durante o El Niño. Por ser formado por baías, o litoral catarinense é fortemente influenciado por mudanças na hidrodinâmica dos estuários (PARIZOTTO, 2009), corroborando com os estudos que indicam uma maior abundância de aves marinhas devido às alterações ocorridas em estuários do Atlântico sulamericano pelo El Niño. Portanto, durante o El Niño, aves marinhas acabam modificando seu padrão de forrageamento, alterando sua dieta e o uso de recursos disponíveis nessas áreas de alimentação, afetando assim sua abundância (VIEIRA, 2017b).

Embora para as outras espécies estudadas não tenha sido encontrada diferença significativa no tamanho da população, foi identificada alterações no período de presença entre os meses em ano com El Niño, comparados ao ano sem ocorrência do evento. Oscilações climáticas podem influenciar os intervalos de migração e reprodução de espécies de aves marinhas (FAVERO E BECKER, 2006). As variações observadas podem não refletir mudanças na sobrevivência de indivíduos, mas ter levado a alterações na migração e no período de reprodução, encontrando dificuldades para realizar a nidificação nos sítios de reprodução (VIEIRA, 2017b). A velocidade do vento e a direção também são fatores abióticos conhecidos por afetar aves, influenciando nas condições de voo durante o forrageamento e a migração, tornando-se energeticamente caro voar em condições adversas (GARTHE et al., 2009). Devido às consequências do El Niño no litoral sul do Brasil, como elevada precipitação, aumento na temperatura do ar, alterações na velocidade e direção do vento, especula-se que esse fatores também possam influenciar a migração e reprodução de aves marinhas.

Durante o ano com El Niño, as espécies *Sterna hirundinacea*, *Sterna trudeaui* e *Sternula superciliaris* parecem ser afetadas no período de reprodução e de migração. Para o *Sterna hirundinacea*, espécie comumente encontrada reproduzindo em ilhas próximas ao litoral de Santa Catarina no inverno, foram encontradas diferenças na abundância entre os meses durante seu período de reprodução. Os primeiros indivíduos apareceram somente a partir de julho em ano com El Niño, com atraso de chegada para o período de reprodução. Em ano sem a ocorrência do El Niño, ocorreu presença durante todo o ano,

com maior abundância durante o início da alta temporada. O mesmo foi visto por Fracasso (2009) para o ano sem ocorrência do El Niño, ao estudar a ecologia reprodutiva de *Sterna hirundinacea* na ilha dos Cardos. Para *Sterna trudeaui*, além de ter ocorrido maior abundância em ano com a ocorrência de El Niño, seu maior índice de abundância foi durante a alta temporada no litoral catarinense. Essa espécie é migratória e pouco registrada na região (ROSÁRIO, 2004; VIEIRA, 2014), indicando possíveis alterações na sua presença para as áreas de invernada durante o El Niño. Já *Sternula superciliaris* é uma espécie vagante que só foi observada por este estudo em período de El Niño. Registros anteriores de *Sternula superciliaris* no litoral catarinense mostram, no entanto, que a espécie já foi registrada em anos sem a presença do fenômeno (ROSÁRIO, 1996). Mudanças nos recursos utilizados no *habitat* podem influenciar o intervalo de reprodução e de migração em aves marinhas (FAVERO E BECKER, 2006). Condições extremas no clima também podem afetar a migração dos indivíduos, devido ao aumento da precipitação e ventos mais fortes no sul do Brasil (VIEIRA, 2017b). A ocorrência de El Niño também pode ocasionar inundações a abandono de ninhos de aves marinhas devido a eleva precipitação, afetando sua reprodução (BARBER E CHAVEZ, 1983). Para as espécies *Thalasseus acutiflavus* e *T. maximus*, apesar de terem sido encontradas diferenças na abundância para o ano com El Niño, não foram encontradas alterações na média da população. As diferenças encontradas durante a alta temporada e baixa temporada respectivamente, não foram acompanhadas por diferenças entre os meses durante seu período de reprodução e migração, comparados ao ano sem El Niño.

Foram observadas influências do fenômeno El Niño em Sternidae no litoral central catarinense, ocasionando alterações na abundância e nos períodos de migração e reprodução destas. É necessário ressaltar que os resultados foram limitados a um único evento de El Niño muito forte entre 2015 e 2016, tornando-se provisórias as conclusões até que haja uma maior análise de dados a longo prazo, para melhor compreensão das alterações em predadores de topo ocasionadas por oscilações climáticas. Aves marinhas parecem responder às condições climáticas extremas, restringindo ou atrasando a reprodução, alterando o tempo de migração e priorizando a sobrevivência do adulto, devido as limitações no uso de recursos (BARBER E CHAVEZ, 1983; ACHA et al., 2004; DURANT et al., 2007; VIEIRA, 2017b). Poucos estudos avaliaram a influência de El Niño na América do Sul, motivo de grande preocupação considerando seus possíveis impactos sobre a biodiversidade e que muitas espécies já estão respondendo a variações no clima (HUNTLEY et. al., 2006).



Espera-se que o presente estudo contribua para o melhor entendimento sobre como fenômenos de mudanças climáticas extremas no Pacífico podem afetar aves marinhas, também no Atlântico (VIEIRA, 2017b). Espera-se também que os resultados subsidiem ações de conservação e manejo de espécies frente a futuros cenários de mudanças no clima, visto que o litoral central catarinense possui importantes áreas de reprodução e abrigo de espécies de ambientes marinhos e terrestres, tornando-se um local chave para a proteção da biodiversidade.

## 6. REFERÊNCIAS

- ACHA, E. M.; MIANZAN, H. W.; GUERRERO, R. A.; FAVERO, M.; BAVA, J. Marine fronts at the continental shelves of austral South America: Physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, v. 44, n. 1, p. 83-105. 2004.
- ALMEIDA, D. C. *Diagnóstico da distribuição de sedimentos finos e processos físicos associados na Baía de Tijucas-SC*. Dissertação (mestrado), Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC. 2008.
- ALVES-JÚNIOR, L. A. *Caracterização hidrográfica da Baía de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*. Dissertação (mestrado), Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2011.
- ARCENIO, O. F. *Um estudo exploratório sobre a dinâmica urbana: crescimento do bairro Estreito e áreas vizinhas, e seus reflexos na economia local*. TCC (graduação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2006.
- BARBER, R. T.; CHAVEZ, F. P. Biological consequences of el nino. *Science*, v. 222, n. 4629, p. 1203-1210. 1983.
- BARBIERI, E.; PINNA, F. V.; Distribuição do Trinta-réis-real (*Thalasseus maximus*) durante 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida. *Ornitologia Neotropical*, v. 18, n.1, p. 99-110. 2007.
- BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 18, n. 3, p. 285-304. 2009.
- BARROS, J. D. Comportamento da produção pesqueira norte-rio-grandense em anos de El Niño e La Niña. *Sociedade e Território*, v. 25, n. 2, p. 55-66. 2013.

- BEGE, L. A. R.; PAULI, B. T. *As aves nas ilhas Moleques do Sul, Santa Catarina: aspectos da ecologia, etologia e anilhamento de aves marinhas*. Florianópolis: Fundação do Meio Ambiente. 1989.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. *El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura*. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2003.
- BLANKENSTEYN, A. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 3, p. 870-876. 2006.
- BRANCO, J. O.; MACHADO, I. F.; BOVENDORP, M. S. Avifauna associada a ambientes de influência marítima no litoral de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 3, p. 459-466. 2004.
- BRANCO, J. O. Reproduction of *Sterna hirundinacea* Lesson and *S. eurygnatha* Saunders, along Santa Catarina coast, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 3, p. 655-659. 2003.
- BRAY, J. R.; CURTIS, J. T. 1957. An ordination of upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, v. 27, p. 325-249. 1957.
- BUCKLAND, S. T.; MARSDEN, S. J.; GREEN, R. E. Estimating bird abundance: making methods work. *Bird Conservation International*, v. 18, n. S1, p. S91-S108. 2008.
- BURGER, J. Laridae, Sternidae, and Rynchopidae. *Environmental and Community Medicine*, p. 420-431. 2001.
- CAVALCANTI, I. F. A. Episódios El Niño/Oscilação Sul durante a década de 1986 a 1996 e suas influências sobre o Brasil. *Climanálise Especial*, edição comemorativa de 10 anos, p. 52-64. 1996.
- CROXALL, J. P.; BUTCHART, S. H.; LASCELLES, B. E. N.; STATTERSFIELD, A. J.; SULLIVAN, B.; SYMES, A.; TAYLOR, P. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International*, v. 22, n. 01, p. 1-34. 2012.
- DARELLA, C. P. *Análise temporal da transgressão em áreas de preservação permanente e uso restrito na bacia hidrográfica do Rio Tijucas*. TCC (graduação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2008.
- DE PAULA, G. M.; NEREU, A. S.; ZANON, A. J.; ELTZ, F. L. F.; HELDWIEN, A. B.; FERRAZ, S. E. T. Influência do fenômeno El Niño na erosividade das chuvas na região de Santa Maria (RS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 6, p. 2001-2009. 2010.





- DE SOUZA SOBRINHO, R. J.; BRESOLIN, A.; KLEIN, R. M. Os manguezais na ilha de Santa Catarina. *INSULA Revista de Botânica*, v. 2, p. 1-21. 1969.
- DURANT, J. M.; HJERMANN, D. O.; OTTERSEN, G.; STENSETH, N. C. Climate and the match or mismatch between predator requirements and resource availability. *Climate Research*, v. 33, n. 3, p. 271-183. 2007.
- EFE, M. A.; AZEVEDO, M. A. G.; FILIPPINI, A. Avifauna da Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis-SC. *Ornithologia*, v. 2, n. 1, p. 1-13. 2010.
- FAVERO, M.; BECKER, P. H. Effects of the North Atlantic Oscillation and El Niño-Southern Oscillation on return rates, body mass and timing of migration of Common Terns *Sterna hirundo* breeding in Germany. *Waterbirds around the World*, p. 405-409. 2006.
- FRACASSO, H. A. A. Ecologia reprodutiva de *Sterna hirundinacea* Lesson, 1831 e *Thalasseus sandvicensis* (Lathan, 1787) (Aves, Sternidae) na ilha dos Cardos, Santa Catarina, Brasil. Tese (doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2009.
- FREITAS, L. M.; DE OLIVEIRA, M. D.; KIKUCHI, R. K. P. Os mecanismos de sobrevivência dos corais diante do impacto das mudanças climáticas sobre o ecossistema de recifes. *Cadernos de Geociências*, v. 9, n. 2, p. 142-156. 2012.
- GARCIA, A. M.; VIEIRA, J. P.; WINEMILLER, K. O. Dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *Journal of Fish Biology*, v. 59, n. 5, p. 1218-1238. 2001.
- GARTHE, S.; MARKONES, N.; HUEPPOP, O.; ADLER, S. Effects of hydrographic and meteorological factors on seasonal seabird abundance in the southern North Sea. *Marine Ecology Progress Series*, v. 391, p. 243-255. 2009.
- GRIMM, A. M.; TELEGINSKI, S. E.; FREITAS, E. D.; COSTA, S. D.; FERLIZI, P. G.; GOMES, J. Anomalias de precipitação no sul do Brasil em eventos El Niño. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia. Campos do Jordão. *Sociedade Brasileira de Meteorologia*, p. 1098-1102. 1996.
- HAGEN, C. A.; PAVLACKY, D. C.; ADACHI, K.; HORNSBY, F. E.; RINTZ, T. J.; MCDONALD, L. L. Multiscale occupancy modeling provides insights into range-wide conservation needs of Lesser Prairie-Chicken (*Tympanuchus pallidicinctus*). *The Condor*, v. 118, n. 3, p. 597-612. 2016.
- HOEGH-GULDBERG, O.; BRUNO, J. F. The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, v. 328, n. 5985, p. 1523-1528. 2010.

- HUBER, M. V. *Estudo comparativo de três projetos de restauração de áreas degradadas de manguezais da grande Florianópolis*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2004.
- HUNTLEY, B.; COLLINGHAM, Y. C.; GREEN, R. E.; HILTON, G. M.; RAHBEK, C.; WILLIS, S. G. Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. *Ibis*, v. 148, p. 8-28. 2006.
- JACÓBSEN, L. O.; FONTANA, D. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Efeitos associados a El Niño e La Niña na vegetação do estado do Rio Grande do Sul, observados através do NDVI/NOAA. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 19, n. 2, p. 129-140. 2004.
- MÄDER, A. Efeito das mudanças climáticas sobre aves aquáticas: ecologia e epidemiologia. *Cadernos de Ecologia Aquática*, v. 4, n. 1, p. 1-9. 2009.
- MARCUZZO, F. F. N.; MANZIONE, R. L.; WENDLAND, E. C. Efeito do Índice Oceânico Niño no nível freático de aquífero no estado de São Paulo. In: *XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, São Paulo, Brasil. 2012.
- MARENGO, J. A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2006.
- MARIN, F.; NASSIF, D. SP. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: fisiologia, conjuntura e cenário futuro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 2, p. 232-239. 2013.
- MAROUN, M. R. *Adaptação às mudanças climáticas: uma proposta de documento de concepção de projeto (DCP) no âmbito do mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)*. Tese (doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 2007.
- MARSDEN, S. J. Estimation of parrot and hornbill densities using a point count distance sampling method. *Ibis*, v. 141, p. 377-390. 1999.
- MARTINS, L. D. A. *Avaliação dos processos estruturadores de uma metacomunidade de aves em dunas costeiras do sul do Brasil*. TCC (graduação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2012.
- MAZZER, A. M.; DILLENBURG, S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). *Pesquisas em Geociências*, v. 36, n. 1, p. 117-135. 2009.
- MEEHL, G. A.; STOCKER, T. F.; COLLINS, W. D.; FRIEDLINGSTEIN, P.; GAYE, A. T.; GREGORY, J. M.; RAPER, S. C. B. Global climate projections. *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK and New York, NY, p. 747-845. 2007.



- MEIJER T.; DRENT R. Re-examination of the capital and income dichotomy in breeding birds. *Ibis*, v. 141, n. 3, p. 399-414. 1999.
- MILAN, C. C. *Caracterização bio-sedimentológica da zona estuarina do Rio Maciambu-Palhoça/SC*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2010.
- MILLER, D. L. 2016. *Distance: Distance sampling detection function and abundance estimation*. R package version 0.9.6. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=Distance> \_Acesso em 20 janeiro 2018.
- MINUZZI, R. B. Chuvas em Santa Catarina durante eventos do El Niño Oscilação Sul. *Geosul*, v. 26, n. 50, p. 107-127. 2010.
- MORAES, A. C. R. *Os impactos da política urbana sobre a zona costeira*. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Brasília. 1995.
- NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. *Parcerias estratégicas*, v. 6, n. 12, p. 239-258. 2010.
- NOVELLI, R. *Aves marinhas costeiras do Brasil: identificação e biologia*. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 92. 1997.
- NUNES, M. G. *Estudo morfo-sedimentar do sistema praiial-lagunar de Ponta das Canas, Ilha de Santa Catarina, SC*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2002.
- OLIVEIRA, G. S. D.; VECCHIA, F. *Mudanças climáticas*. Brasília: MEC, SEB. 2009.
- PANITZ, C. M. N. *Produção e decomposição de serapilheira no manguezal do rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil*. Tese (doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 1986.
- PANITZ, C. M. N.; PORTO-FILHO, E. O manguezal do Rio Caveiras, Biguaçu–SC um estudo de caso. iv: Principais tensores e capacidade de recuperação do ecossistema. *Oecologia australis*, v. 1, n. 1, p. 543-556. 2017.
- PARIZOTTO, B. A. D. M. *Qualidade da água e distribuição espacial de foraminíferos bentônicos em estuários das Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina (Brasil)*. Tese (doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2009.
- PATTERSON, D. T.; WESTBROCK, J. K.; JOYCE, R. J. V.; LINGREN, P. D.; ROGASIK, J. Weeds, insects and diseases. *Climate Change*, v. 43, n. 4, p. 711-727. 1999.

- PEREIRA, M. L. M. *Estudo da dinâmica das águas do Canal da Barra, Barra da Lagoa - Florianópolis, SC*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2004.
- PERILLO, G. M. E. Geomorfology and sedimentology of estuaries. *Developments in sedimentology*, v. 53, p. 1-16. 1995.
- PORTO-FILHO, E. F. *Sedimentometria e algumas considerações sobre a biogeoquímica dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição - Ilha de Santa Catarina*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 1993.
- POST, E.; FORCHHAMMER M. C.; BRET-HARTE M. S.; CALLAGHAN T. V.; CHRISTENSEN T. R.; ELBERLING B.; FOX A. D.; GILG O.; HIK D. S.; HOYE T. T.; IMS R. A.; JEPPESEN E.; KLEIN D. R.; MADSEN J.; MCGUIRE A. D.; RYSGAARD S.; SCHINDLER D. E.; STIRLINGI.; TRAMSTORF M. P.; TYLER N. J. C.; WAL R. V. D.; WELKERJ.; WOOKEY P. A.; SCHIMIDT N. M.; AASTRUP P. Ecological dynamics across the Arctic associated with recent climate change. *Science*, v. 325, n. 5946, p. 1355-1358. 2009.
- R CORE DEVELOPMENT TEAM. *R: A Language and Environment for Statistical Computing 3.2.4*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2017.
- RAMOS, J. A. *As Aves Marinhas como Indicadores Ecológicos. Sumário da Lição, apresentado para Provas de Agregação em Biologia, na especialidade de Ecologia*. Monografia (especialização), Universidade de Coimbra, Coimbra. 2010.
- REISE, K.; BAPTIST, M.; BURBRIDGE, P.; DANKERS, N. M. J. A.; FISCHER, L.; FLEMMING, B.; SMIT, C. *The Wadden Sea – A Universally Outstanding Tidal Wetland. Wadden Sea Ecosystem*, n. 29. Wilhelmshaven: Common Wadden Sea Secretariat. 2010.
- RICHARDSON, A. J.; POLOCZANSKA, E. S. Under-resourced, under threat. *Science-New York Then Washington*, v. 320, n. 5881, p. 1294. 2008.
- ROSÁRIO, L. A. *As aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente*. Florianópolis: Fundação do Meio Ambiente. 1996.
- ROSÁRIO, L. A. Um outro olhar da Via Expressa Sul. Florianópolis, SC: Edição da Autora, p. 112. 2004.
- SALINI, M. F. *A influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul - ENOS (La Niña e El Niño) na ocorrência de inundações no Vale do Taquari - RS*. TCC (graduação), Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS. 2012.
- SCHERER, M.; FERREIRA, C. M.; MUDAT, J.; CATANEO, S. Urbanização e gestão do litoral centro-sul do estado de Santa Catarina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 13, p. 31-50. 2006.



- SILVA, V. R.; ROSS, J. L. S. Geomorfologia da bacia do rio Biguaçu no litoral central de Santa Catarina. In: *Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia*, v. 2, p. 1-9. 2006.
- SYDEMAN, W. J.; THOMPSON, S. A.; KITAYSKY, A. Seabirds and climate change: Roadmap for the future. *Marine Ecology Progress Series*, v. 454, p. 107-117. 2012.
- TRENBERTH, K. E.; JONES, P. D.; AMBENJE, P.; BOJARIU, R.; EASTERLING, D.; TANK, A. K.; SODEN, B. Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, p. 235–336. 2007.
- VIEIRA, B. P. *Charadriiformes em manguezais da Ilha de Santa Catarina*, 2. ed. TCC (graduação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2014.
- VIEIRA, B. P. Composição de Aves da Reserva Marinha Extrativista do Pirajubaé, Santa Catarina, e implicações para sua gestão e conservação. *Atualidades Ornitológicas*, v. 189, p. 33-44. 2016.
- VIEIRA, B. P. Conceitos utilizados no Brasil para aves aquáticas. *Atualidades Ornitológicas*, v. 196, p. 44-48. 2017a.
- VIEIRA, B. P. *Influence of environmental changes on the resource use and abundance of Black Skimmers*. Tese (doutorado), Univesidade de Glasgow, Reino Unido. 2017b.
- VIEIRA, B. P.; DIAS, D.; DE QUEIROZ PIACENTINI, V.; CORREIA, E. C.; SERAFINI, P. P. Birds of Estação Ecológica de Carijós, southern Brazil. *Check List*, v. 10, n. 5, p. 1110-1122. 2014.
- VIEIRA, B. P.; DIAS, D.; ROCHA, H. J. F.; SERAFINI, P. P. Birds of the Arvoredo Marine Biological Reserve, southern Brazil. *Check List*, v. 11, n. 1, p. 1532. 2015.
- VILLAVERDE, A. E. *A problemática ambiental no Município de Palhoça (SC): Desenvolvimento urbano sustentável*. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 1996.