

UFRRJ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

Análise oceanográfica de encalhes de pinguins-de-magalhães *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781) no litoral do estado do Rio de Janeiro

Noemia Falcão Nogueira

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**ANÁLISE OCEANOGRÁFICA DE ENCALHES DE PINGUINS-DE-
MAGALHÃES *SPHENISCUS MAGELLANICUS* (FORSTER, 1781) NO
LITORAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

NOEMIA FALCÃO NOGUEIRA

Sob a Orientação do Professor
Ildemar Ferreira

E Co-orientação do Professor
Luiz Paulo de Freitas Assad

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Biologia Animal**, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, Área de Concentração em Biodiversidade Animal.

Seropédica, RJ
Março de 2018

N778a Nogueira, Noemia Falcão, 1991-
Análise oceanográfica de encalhes de pinguins-de
magalhães *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781) no
litoral do estado do Rio de Janeiro / Noemia Falcão
Nogueira. - 2018.
36 f.: il.

Orientador: Ildemar Ferreira.
Coorientador: Luiz Paulo de Freitas Assad.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Biologia Animal, 2018.

1. Migração. 2. Sazonalidade. 3. Rio de Janeiro. 4.
Pinguim. I. Ferreira, Ildemar, 1951-, orient. II.
Assad, Luiz Paulo de Freitas, 1974-, coorient. III
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Biologia Animal. IV. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

NOEMIA FALCÃO NOGUEIRA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal, no Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, área de concentração em Biodiversidade Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: ____/____/____.

Ildemar Ferreira. Dr. UFRRJ.
(Orientador)

Alexandre Fernandes Bamberg de Araújo. Dr. UFRRJ.
(Titular)

Rachel Ann Hauser Davis. Dra. FIOCRUZ.
(Titular)

*“A natureza é o único livro que oferece
um conteúdo valioso em todas as suas
folhas.”*

Johann Goethe

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Ana Lucia Falcão e a minha avó, Maria Falcão, por estarem sempre me apoiando e me incentivando. Sem elas eu não conseguiria chegar até aqui.

Ao meu orientador, professor Ildemar Ferreira, pela oportunidade de fazer esse mestrado. Uma pessoa maravilhosa, que com certeza me ensinou a ver o lado positivo de todas as coisas.

Ao meu co-orientador, professor Luiz Paulo Assad, por ter acreditado que eu seria capaz de realizar essa pesquisa, pela paciência e disposição em sempre me ajudar. Sua colaboração nesse trabalho foi muito importante.

A Pedro Ivo por sempre me escutar, me incentivar e dizer que tudo daria certo.

A Vitor Miranda que me apresentou ao meu co-orientador, e me ajudou em diversos momentos.

Aos meus amigos Jessica, Izabella, Guilherme, Antonio Matheus, Mariana Beauclair que sempre estiveram comigo em momentos felizes e apreensivos, dispostos a me ouvirem, me darem conselhos e me perguntarem mil coisas sobre pinguins.

A Mariana Oliveira e Tatiane Lima que sempre me ajudaram e compartilharam comigo alegrias, tristezas, angústias e conquistas.

Ao veterinário Jeferson Pires da Clínica Universitária de Recuperação de Fauna, da Universidade Estácio de Sá, pelo fornecimento dos dados de enalhes dos pinguins.

Ao biólogo João Pedro Araujo pela ajuda e ao chefe do departamento de Gestão Ambiental da Eletrobras Eletronuclear Ricardo Donato, que forneceu dados do Laboratório de Monitoração Ambiental da empresa para a realização desse estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida.

A todos que de certa forma me ajudaram a realizar esse trabalho.

O meu muito obrigada!

RESUMO

NOGUEIRA, Noemia Falcão. **Análise oceanográfica de encalhes de pinguins-de-magalhães *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781) no litoral do estado do Rio de Janeiro.** 2018. 36p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2018.

Os pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) passam grande parte de sua vida migrando no mar, devido a isso, são considerados bioindicadores marinhos. Apresentam ampla distribuição geográfica, que se estende de 40°S a 55°S, em ilhas e costas do oceano Atlântico Sul e até aproximadamente 33°S na costa do oceano Pacífico. Este estudo teve como objetivo correlacionar as ocorrências dos encalhes de pinguins-de-magalhães no litoral do estado do Rio de Janeiro com processos oceanográficos presentes na região de estudo. Foram utilizados relatórios de recebimento através de encalhes dos anos de 2013 e 2015. Uma análise estatística descritiva foi realizada para visualizar os meses de maior frequência dessas ocorrências. Os resultados da base de informações *Copernicus* foram utilizados para gerar estimativas de médias mensais de temperatura, velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar, os campos médios mensais de corrente superficial e as diferenças de temperaturas médias mensais dos anos de 2015 e 2013. O número total anual de encalhes para ambos os anos foi de 119 indivíduos. No ano de 2013, o mês com maior número de encalhes foi setembro, e em 2015 foi o mês de junho. O ano de 2015 apresentou temperaturas de superfície do mar mais quentes durante todo o ano quando comparado ao ano de 2013. Em ambos os anos a incidência de encalhes foi maior na estação de inverno. A Corrente do Brasil no ano de 2015 estava intensa em praticamente todo o ano, enquanto em 2013, permaneceu intensa nos períodos de verão e primavera. Embora o número total de encalhes nos anos de 2013 e 2015 tenha sido igual, as frequências desses encalhes ao longo dos meses foram totalmente diferentes. Quando agrupados sazonalmente, a estação do inverno se destaca com o maior número de pinguins encalhados nos dois anos estudados. Porém, no ano de 2015, as estações de outono e primavera tiveram um número similar de ocorrências. Esses resultados indicam que a chegada de pinguins-de-magalhães no litoral brasileiro pode estar se modificando ao longo do tempo, e contrasta diretamente com o embasamento teórico de que o período de chegada é apenas na estação de inverno.

Palavras-chave: pinguim-de-magalhães, encalhes, sazonalidade.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Noemia Falcão. **Oceanographic analysis of magellanic penguin *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781) strandings on the coast of the state of Rio de Janeiro.** 2018. 36p. Dissertation (Master's Science in Animal Biology). Institute of Biological and Health Sciences, Department of Animal Biology, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*) spends much of its life migrating in the sea. Because of this, they are regarded as marine bioindicators. They display a wide geographical distribution, ranging from 40°S to 55°S on islands and coasts of the South Atlantic Ocean and up to approximately 33°S on the coast of the Pacific Ocean. The goal of this study was to correlate the occurrences of magellanic penguin strandings on the coast of the state of Rio de Janeiro with oceanographic processes present in the study region. Receipt reports were used for stranding in 2013 and 2015. A descriptive statistical analysis was performed to visualize the months of higher frequency of these occurrences. The results of the Copernicus information base were used to generate estimates of monthly averages of temperature, zonal and meridional sea surface layer velocities, monthly average surface current fields and average monthly temperature differences of 2015 and 2013. The total annual number of strandings for both years was 119 individuals. In 2013, the month with the highest number of strandings was September, and in 2015 it was June. 2015 had warmer sea surface temperatures throughout the year compared to 2013. In both years the incidence of stranding was higher in the winter. The Brazil Current was intense throughout almost the entire 2015, while in 2013 it remained intense during the summer and spring. Although the total number of strandings in 2013 and 2015 were the same, the frequencies of those strandings over the months were totally different. When grouped seasonally, winter stands out with the highest number of penguins stranded in the two years studied. However, in 2015, the seasons of autumn and spring had a similar number of occurrences. These results indicate that the arrival of magellanic penguins in the Brazilian coast may be changing over time, and contrasts directly with the theoretical background that the arrival period is only in the winter season.

Key words: magellanic penguin, strandings, seasonality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Três principais colônias de pinguins-de-magalhães (<i>Spheniscus magellanicus</i>), Punta Tombo, Isla Magdalena e Otway Sound.....	2
Figura 2. Distribuição espacial das principais correntes oceânicas de superfície na região da Bacia do Atlântico Sul.....	4
Figura 3. Mapa referente a área de estudo utilizada nessa pesquisa. (a) pontos de encalhes de pinguins-de-magalhães (<i>Spheniscus magellanicus</i>) ao longo da costa do estado do Rio de Janeiro. (b) área da plataforma continental utilizada para gerar os modelos de campos médios de temperatura e corrente.....	8
Figura 4. Histograma com o número de indivíduos encalhados por mês no ano de 2013, recebidos na Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear.....	13
Figura 5. Histograma com o número de indivíduos encalhados por mês no ano de 2015, recebidos na Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear.....	14
Figura 6. Campos médios mensais de temperatura superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2013.....	17
Figura 7. Campos médios mensais de corrente superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2013.....	18
Figura 8. Campos médios mensais de temperatura superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2015.....	20
Figura 9. Campos médios mensais de corrente superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2015.....	21
Figura 10. Campos diferenças médias mensais de temperatura superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2015-2013.....	23
Figura 11. Análise de temperatura pontual de áreas fixas no ano de 2013.....	25

Figura 12. Análise de velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v) de áreas fixas no ano de 2013.....	25
Figura 13. Análise de temperatura pontual de áreas fixas no ano de 2015.....	26
Figura 14. Análise de velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v) de áreas fixas no ano de 2015.....	26
Figura 15. Resultados obtidos através da correlação entre velocidade de corrente e a temperatura no ano de 2013.....	27
Figura 16. Resultados obtidos através da correlação entre velocidade de corrente e a temperatura no ano de 2015.....	27
Figura 17. Gráfico de dispersão relacionando o número de encalhes de pinguins com temperatura e velocidade de corrente no ano de 2013.....	28
Figura 18. Gráfico de dispersão relacionando o número de encalhes de pinguins com temperatura e velocidade de corrente no ano de 2015.....	28
Figura 19. Histograma com o número de indivíduos encalhados por estação do ano em 2013 e 2015, respectivamente.....	29
Figura 20. Análises de temperaturas sazonais do ano de 2013. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.....	31
Figura 21. Análises de temperaturas sazonais do ano de 2015. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.....	31
Figura 22. Análises de correntes sazonais do ano de 2013. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.....	32
Figura 23. Análises de correntes sazonais do ano de 2015. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estações do ano utilizadas para as análises oceanográficas.....	10
Tabela 2. Número anual total de pinguins-de-magalhães (<i>Spheniscus magellanicus</i>) recebidos pela Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear provenientes de encalhes em praias do estado do Rio de Janeiro.....	13
Tabela 3. Áreas utilizadas para gerar dados de temperatura e velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v), para cada ano.....	24
Tabela 4. Números de encalhes de pinguins-de-magalhães por estação do ano em 2013 e 2015.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Caracterização da espécie <i>Spheniscus magellanicus</i>	2
1.2 Oceano Atlântico Sul	4
1.2.1 Corrente do Brasil	4
1.2.2 Corrente das Malvinas	5
1.2.3 Confluência Brasil-Malvinas	6
1.2.4 Corrente Costeira do Brasil	6
2. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivo geral	7
2.2 Objetivos Específicos	7
3. METODOLOGIA	8
3.1 Área de Estudo	8
3.2 Registro dos encalhes de pinguins	9
3.3 Dados oceanográficos	9
3.3.1 Banco de dados	9
3.3.2 Análises oceanográficas realizadas	10
3.3.3 Análise Sazonal	10
3.3.4 Análises dos dados	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 Registros dos encalhes de pinguins	12
4.2 Análise dos dados oceanográficos	14
4.2.1 Análises dos campos médios mensais de temperatura e corrente superficial do mar	14
4.2.2 Análises dos campos médios sazonais de temperatura e corrente superficial do mar	29
5 CONCLUSÃO	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

Aves marinhas constituem um abundante grupo de espécies que são consideradas como indicadoras de mudanças no ambiente marinho, o que as confere uma alta relevância científica (BURGER & GOCHFELD, 2004; BARRETT *et al.*, 2007). Por serem grandes predadores, sua dieta constitui principalmente de crustáceos planctônicos, cefalópodes e pequenos peixes (CAIRNS, 1987; PETRY *et al.*, 2012). De acordo com Balance *et al.* (2001), as correntes marinhas e as massas de água podem afetar a riqueza, a disponibilidade e a abundância de presas dessas aves. Para Boersma (2008), por serem sensíveis ao seu ambiente, os pinguins são importantes bioindicadores marinhos e podem fornecer informações sobre a produtividade pesqueira de uma determinada região, a poluição por petróleo e o impacto causado pelas mudanças climáticas.

Boersma (2008) concluiu também, que os pinguins estão nadando 60 km mais ao norte de seus ninhos durante a incubação do que faziam décadas atrás, e que tal movimento pode estar relacionado às mudanças climáticas que ocasionam reduções na abundância de presas. Durante a migração dos pinguins-de-magalhães nos meses de outono e inverno do ano de 2008, houve um número três vezes maior de indivíduos mortos mais ao norte que o habitual quando se comparado aos anos de 2007 e 2009. Essa anormalidade pode ser explicada por anomalias de temperatura de superfície do mar mais intensas no final de 2007, que prejudicaram a desova das anchovas nesse período (GARCIA-BORBOROGLU *et al.*, 2010). O estudo de Silva *et al.* (2012) mostra que, nos primeiros meses de 2008, o Oceano Pacífico estava mais frio que o normal, uma característica de variação em condições de *La Niña*. Embora no restante dos meses o Oceano Pacífico tenha voltado às suas condições naturais, o Oceano Atlântico continuava anômalo, com temperaturas mais baixas, o que provavelmente pode ter influenciado o aparecimento incomum de pinguins na costa brasileira.

Pesquisas com variabilidades climáticas têm sido utilizadas para tentar explicar a frequência do grande aparecimento de pinguins-de-magalhães na costa brasileira. Dantas *et al.* (2013) destacam que mudanças no clima do oceano podem estar envolvidas nas ocorrências mais ao norte dos pinguins quando em relação a um cenário *El Niño* de oscilação sul. Apontam também que nesse período, a Corrente das Malvinas se intensifica ao longo da plataforma continental sudeste do Brasil, ajudando na migração desses animais.

1.1 Caracterização da espécie *Spheniscus magellanicus*

Os pinguins pertencem à ordem Sphenisciformes e são divididos em 18 espécies que habitam o hemisfério sul. Adaptados evolutivamente para a vida aquática, são aves que passam a maior parte da sua vida no mar (SICK, 1997; FOWLER & CUBAS, 2001; BOERSMA, 2008). Segundo Boersma (2008) e Trathan (2015), os pinguins do gênero *Spheniscus* estão em risco de declínio populacional ou de extinção, pois são sensíveis às mudanças ambientais. A espécie em particular possui cerca de 50 cm de altura, podendo chegar a 65 cm, e pesa aproximadamente 4 kg. No período que antecede a muda, alcançam o peso máximo de 6kg. Essa massa corporal varia dependendo da estação do ano (SICK, 1997; GARCIA-BORBOROGLU & BOERSMA, 2013). Suas penas são justapostas, uniformes e curtas. Para impermeabilizá-las, os pinguins usam um óleo produzido pela glândula uropigiana, localizada na sua base caudal. Possuem também, uma camada de gordura embaixo da pele, que serve como isolante térmico e fonte de energia quando ficam sem alimento por longos períodos de tempo. Além disso, entre as penas e o seu corpo, existe uma camada de ar que auxilia no isolamento térmico (SICK, 1997).

Apresentam uma ampla distribuição geográfica, que se estende desde 40°S a 55°S, em ilhas e costas do oceano Atlântico Sul, incluindo as Ilhas Falkland/Malvinas, até aproximadamente 33°S na costa do oceano Pacífico (Figura 1) (GANDINI *et al.*, 1996; MIRANDA, 2009; GARCIA-BORBOROGLU & BOERSMA, 2013).

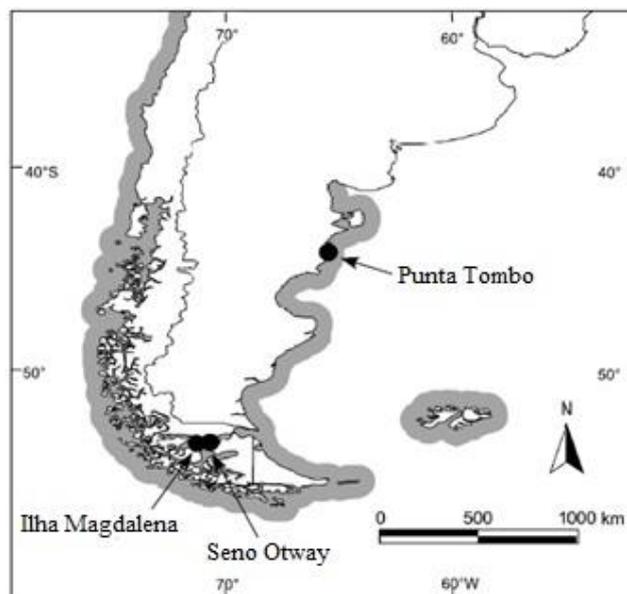


Figura 1. As três principais colônias de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*), Punta Tombo, Ilha Magdalena e Seno Otway no hemisfério sul. A faixa mais escura mostra onde os pinguins estão distribuídos. (Adaptado de: Walker & Boersma, 2003).

Com uma população mundial de aproximadamente 1,3 milhão de pares reprodutivos em 138 colônias, de acordo com a IUCN (2016), o pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) encontra-se na “Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas”, com o *status* de espécie “quase ameaçada” (PÜTZ *et al.*, 2007; GARCIA-BORBOROGLU & BOERSMA, 2013; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2016).

Entre os meses de setembro a abril, período em que os pinguins chegam para colocar seus ovos e preparar seus filhotes para a migração ao extremo sul da Argentina, a Reserva Natural de Punta Tombo, situada na província de Chubut, abriga a maior colônia de pinguins-de-magalhães em todo o mundo (BOERSMA, 2008). No período de reprodução, os ninhos são construídos com folhas e pedras que encontram pelo caminho e geralmente são feitos em locais com sombra de arbustos ou tocas cavadas no chão. Depois disso, começam o ritual de corte, até formarem um par monogâmico por toda a vida (SICK, 1997; GARCIA-BORBOROGLU & BOERSMA, 2013). O intervalo de postura entre os dois ovos é de 3 a 6 dias, sendo o primeiro ovo um pouco maior do que o segundo. Macho e fêmea revezam o período de incubação, que pode durar de 39 a 42 dias. Com o nascimento dos filhotes, o cuidado é biparental e segue até os 70 dias de idade, quando atingem estatura de adultos e plumagem de juvenil. A plumagem muda no final do primeiro ano de vida, equiparando-se aos adultos. Sua maturidade, no entanto, é obtida entre quatro e sete anos de vida (SCHIAVINI *et al.*, 2005; REBSTOCK & BOERSMA, 2011; DEMONGIN *et al.*, 2013).

Os indivíduos adultos permanecem nas colônias desde meados de setembro até abril, quando iniciam sua migração em direção ao norte utilizando a plataforma continental, com águas menos profundas e alta presença de peixes. Seus filhotes são deixados sozinhos e também entram no mar para forragear alimento (SICK, 1997; VOOREN & BRUSQUE, 1999).

Os pinguins-de-magalhães são predadores oportunistas e flexíveis em sua dieta, composta de peixes, cefalópodes e crustáceos, dependendo da disponibilidade em sua região (FRERE *et al.*, 1996; SICK, 1997; WILSON *et al.*, 2005; DI BENEDITTO, 2014).

Durante a migração, indivíduos jovens geralmente acabam se perdendo dos demais na Corrente das Malvinas, começando a aparecer em maio e permanecendo até agosto no litoral sul e sudeste brasileiro. Desse modo, podem chegar às praias doentes e sem conseguir dar continuidade à sua jornada. Esse movimento pode estar associado a um inverno rigoroso, ao *El Niño*, à Oscilação Sul ou a alterações da dinâmica oceanográfica da Convergência Subtropical (SICK, 1997; GARCIA-BORBOROGLU *et al.*, 2006; PÜTZ *et al.*, 2007; RUOPPOLO *et al.*, 2012; GARCIA-BORBOROGLU & BOERSMA, 2013; DI BENEDITTO, 2014).

Algumas ameaças devido à redução na abundância de presas causada pela pesca comercial, à competição de recursos, às doenças, às mudanças climáticas e à contaminação por petróleo, podem explicar o declínio populacional da espécie e os seus encalhes no Brasil ao longo dos anos (GANDINI *et al.*, 1996; BOERSMA, 2008).

1.2 Oceano Atlântico Sul

A seguir serão descritos os principais processos e feições oceanográficas existentes na região de interesse do estudo.

O giro atmosférico do Atlântico Sul abrange diferentes regiões com distintas características de salinidade e temperatura. É composto pela Corrente Sul Equatorial (CSE), Corrente do Brasil (CB), Corrente do Atlântico Sul (CAS) e Corrente de Benguela (CBE). A Corrente Circumpolar Antártica (CCA), a Corrente das Malvinas (CM) e a Corrente das Agulhas (CA) também participam na dinâmica do giro (Figura 2) (PICKARD & EMERY, 1990, apud ASSAD, 2006).

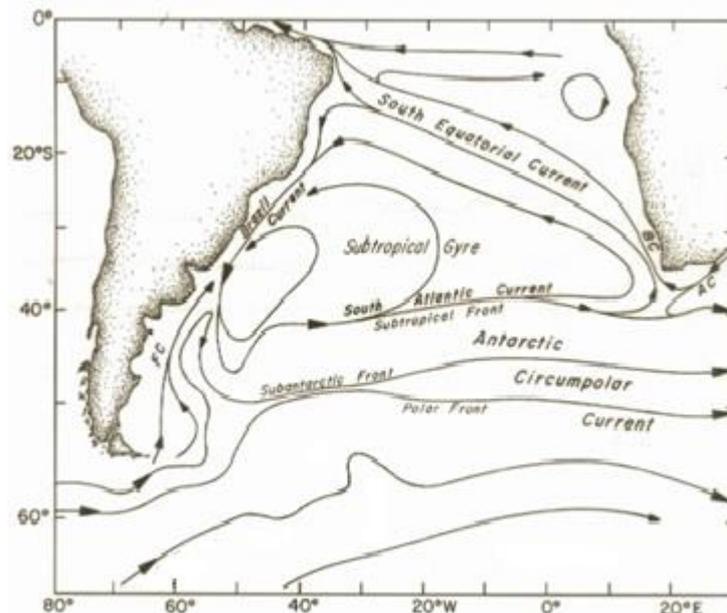


Figura 2. Distribuição espacial das principais correntes oceânicas de superfície na região da Bacia do Atlântico Sul (Adaptado de: Schmitz, 1996, apud Assad, 2006).

1.2.1 Corrente do Brasil

A Corrente do Brasil (CB) é a corrente principal e mais intensa associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul. Formada na bifurcação da Corrente Sul Equatorial (CSE),

próximo à latitude de 10° S, flui em direção sul por quase toda costa brasileira, transportando águas quentes e salinas vindas de baixas latitudes. A profundidade da CB varia entre 200 a 800 m, transportando a Água Tropical (AT) nos níveis de 0-200 m e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) nos níveis de 200-400 m (LONGHURST *et al.*, 1995; SILVEIRA *et al.*, 2000; CATALDI *et al.*, 2010).

Algumas informações meteorológicas são importantes para o entendimento da área de estudo. Uma delas é a dinâmica da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que causa influência direta em várias partes da Bacia do Atlântico Sul. No inverno, ventos ficam mais intensos no continente, enquanto no verão, os ventos intensos ajudam a CB a ter mais força (ASSAD, 2006; CATALDI *et al.*, 2010).

Ao encontrar a Corrente das Malvinas (CM), que flui para norte transportando águas frias e pouco salinas provenientes de altas latitudes, com médias de 30° S a 40° S, a CB separa-se da costa. A região de encontro dessas duas correntes é chamada de Confluência Brasil Malvinas (CBM). A CBM oscila ao longo do ano, localizando-se mais ao norte no inverno e mais ao sul no verão (ASSAD, 2006; CATALDI *et al.*, 2010).

As mudanças na frente da CB são regidas por diferentes mecanismos comparados à variação sazonal das correntes de superfície. A CB tem papel importante quanto ao clima brasileiro, pois é responsável pela forte variabilidade da temperatura da superfície do mar na região (ASSAD *et al.*, 2015).

1.2.2 Corrente das Malvinas

A Corrente das Malvinas (CM) é uma corrente intensa, fria e menos salina. Origina-se como um ramo da Corrente Circumpolar, e uma parte do seu fluxo se move para oeste, ao longo das Ilhas Malvinas e uma parte para o norte, em direção à plataforma argentina até encontrar a CB. Durante o inverno austral, ocorre o aumento de transporte dessa corrente oceânica (OLSON *et al.*, 1988; SOPPA *et al.*, 2011).

Segundo Olson *et al.* (1988) a CM também possui variabilidade espacial sazonal em sua região de separação, permanecendo mais ao norte durante os meses de inverno e mais ao sul durante os meses de verão.

1.2.3 Confluência Brasil-Malvinas

A Confluência Brasil-Malvinas (CBM) é a região de encontro da Corrente do Brasil (CB) com a Corrente das Malvinas (CM), chamada de Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que ocorre no Atlântico Sudoeste, junto à costa brasileira, e sua posição oscila ao longo do ano, permanecendo mais ao norte no inverno e mais ao sul no verão (CATALDI *et al.*, 2010; SOPPA *et al.*, 2011).

A CBM é caracterizada por uma mesoescala de atividade forte, temperatura da superfície do mar e gradientes de clorofila que estão associados a mecanismos de interação oceano-atmosfera e formação de massa de água (SILVA *et al.*, 2012).

Segundo Matano *et al.* (1993), quando a CB ou a CM está muito mais intensa do que a outra, a região da CBM pode sofrer variações latitudinais significativas, portanto são capazes de alterar sua dinâmica da variabilidade espacial.

De acordo com Olson *et al.* (1988), as prováveis fontes de variabilidade da CBM são as variações no transporte associado à Corrente Circumpolar Antártica (CCA) e à variabilidade ao campo de tensão de cisalhamento do vento no Oceano Atlântico Sul.

1.2.4 Corrente Costeira do Brasil

A Corrente Costeira do Brasil (CCB) deriva de uma intrusão para norte das águas do Rio da Prata, conhecida como “Pluma do Rio da Prata (PPW)”. Essa água doce se espalha ao longo da costa da Argentina, Uruguai e Brasil, misturando-se com outras massas de água. Devido a isso, a concentração de nutrientes e a produtividade biológica são influenciadas pela água doce (MÖLLER *et al.*, 2008).

A CCB flui para a direção nordeste sobre a plataforma continental. Sua extensão de transporte e o limite de ocorrência estão ligados ao regime de ventos e da descarga do Rio da Prata (SOUZA E ROBINSON, 2004; MÖLLER *et al.*, 2008).

A descarga média mensal do Rio da Plata é maior durante os meses de abril a julho do que no restante do ano. Essa descarga e o vento sazonal influenciam diretamente no comportamento das águas da Pluma, que no período do inverno se estende além do Cabo de Santa Marta em Santa Catarina. Já no verão, a Pluma se retrai (GUERRERO *et al.*, 1997; SOUZA E ROBINSON, 2004; MÖLLER *et al.*, 2008).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Esse estudo tem como objetivo correlacionar as ocorrências dos encalhes de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) no litoral do estado do Rio de Janeiro com processos oceanográficos presentes na região de estudo.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os dados das ocorrências dos encalhes de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) no litoral do estado do Rio de Janeiro.
- Relacionar os meses dos encalhes com eventuais anomalias de temperatura e velocidade de correntes para o período analisado.
- Correlacionar dados obtidos através de referências bibliográficas sobre o pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) com as estimativas de valores médios mensais de temperatura de superfície do mar e velocidade de correntes.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado na costa do estado do Rio de Janeiro (entre os pontos 44°21' - 42°29' W e 23° 5' - 22°58' S) com base nas informações de pontos de encalhes (Figura 3, a), além da plataforma continental sudeste brasileira (Figura 3, b).

A área de estudo é maior que o estado do Rio de Janeiro, pois os processos oceanográficos que influenciam os pinguins em questão não são em sua grande maioria gerados somente no litoral do Rio de Janeiro, devido a sua utilização da plataforma continental desde suas colônias (GARCIA-BORBOROGLU & BOERSMA, 2013).

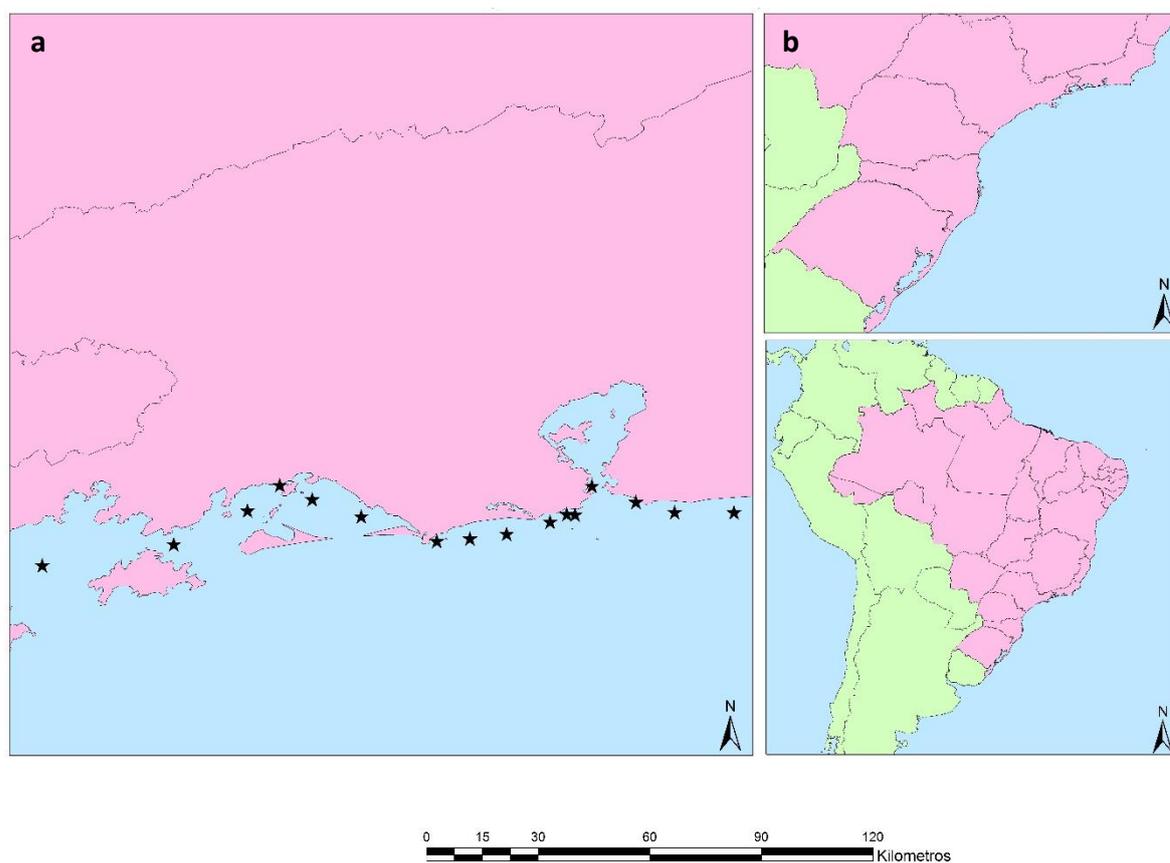


Figura 3. Área de estudo utilizada nessa pesquisa. (a) pontos de encalhes de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) ao longo da costa do estado do Rio de Janeiro. (b) área da plataforma continental utilizada para gerar os modelos de campos médios de temperatura e corrente.

3.2 Registro dos encalhes de pinguins

Esse estudo foi realizado com base nos dados obtidos nos relatórios dos anos de 2013 e 2015, provenientes da Clínica Universitária de Recuperação de Fauna, localizada em Vargem Pequena-RJ, na Universidade Estácio de Sá.

As informações dos relatórios incluem a data de entrega do indivíduo à Clínica Universitária, local de encalhe, quem realizou o resgate e destinação do animal ou óbito (o preenchimento desses relatórios é realizado pela pessoa ou órgão que efetuou a entrega do animal).

Também foram utilizados registros de recebimentos de pinguins encalhados dos anos de 2013 e 2015, do Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear, localizado em Paraty-RJ.

Os dados foram organizados para o cálculo total do número de indivíduos encalhados por ano. Depois foram divididos em número total de encalhes de indivíduos por mês. Uma análise estatística descritiva foi realizada para visualizar os meses de maior frequência desses encalhes e relacionar se houve um padrão de ocorrência nos anos de 2013 e 2015.

Os anos de 2013 e 2015 foram escolhidos devido ao seu número de encalhes anual total serem iguais. Além disso, o ano de 2015 sofreu influência climática do *El Niño*, enquanto 2013 teoricamente não sofreria grandes efeitos climáticos, pois não houve influência do *El Niño*.

3.3 Dados oceanográficos

3.3.1 Banco de dados

O Programa *Copernicus* elaborado pela União Européia (<http://marine.copernicus.eu/>) é destinado a desenvolver serviços de informação com base em observação por satélite e dados *in situ* (não espaciais). Essas informações são oriundas de modelos similares aos modelos computacionais de previsão atmosférica, mas voltados para os oceanos e fornecendo informações da distribuição no espaço e no tempo de variáveis oceanográficas como temperatura da superfície do mar, velocidade de corrente. Os dados utilizados foram de temperatura e componentes zonal (u) e meridional (v) de velocidade superficial.

Os dados obtidos através do programa Copernicus, foram desenvolvidos no programa Ferret, que proporciona a visualização dos modelos, gerando as figuras com os resultados deste trabalho.

3.3.2 Análises oceanográficas realizadas

Foram geradas estimativas de médias mensais de temperatura, velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar, os campos médios mensais de corrente superficial e as diferenças de temperaturas médias mensais dos anos de 2015 e 2013.

Cálculos das diferenças dos campos das variáveis analisadas para os meses de 2015 e 2013.

Estimativas de correlação entre os dados mensais de ocorrência de pinguins com os valores médios mensais das variáveis oceanográficas analisadas.

Estimativas de correlação entre os dados obtidos através de referências bibliográficas sobre o pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) com os valores médios mensais das variáveis oceanográficas analisadas sazonalmente.

3.3.3 Análise sazonal

Para obter as estimativas de sazonalidade, foram considerados para cada estação do ano os seguintes meses (Tabela 1):

Tabela 1. Estações do ano utilizadas para as análises oceanográficas.

Estação do ano	Meses
Verão	Janeiro, fevereiro e março
Outono	Abril, maio e junho
Inverno	Julho, agosto e setembro
Primavera	Outubro, novembro e dezembro

3.3.4 Análises dos dados

Regressões múltiplas foram feitas utilizando o número de encalhes como variável dependente e os resultados obtidos de temperatura e corrente como variáveis independentes, para os anos de 2013 e 2015. Os dados são normais, verificados pelo teste de normalidade Lilliefors. A correlação de Pearson também foi utilizada para verificar a relação entre as variáveis: número de encalhes e temperatura; número de encalhes e corrente.

As regressões múltiplas foram efetuadas no programa Statistica 10 (StatSoft, Inc. 2011), considerando o nível de significância $p < 0,05$. As correlações de Pearson e o teste de normalidade foram efetuadas no programa BioEstat 5.3.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Registros dos encalhes de pinguins

Os pinguins-de-magalhães pescam em grupos e geralmente alcançam o litoral do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Podem chegar até o Rio de Janeiro e ocasionalmente vagam pelo litoral nordestino, na Bahia. De julho a agosto, são registrados os maiores números de exemplares no litoral brasileiro, podendo haver ocorrências até outubro (SICK, 1997; PÜTZ *et al.*, 2007). Sick (1997) aponta que os indivíduos naufragados no litoral brasileiro seriam de certa forma excedentes, pois em sua maioria, são jovens, enfraquecidos e doentes. De acordo com Di Benedetto (2014), alguns pinguins chegam à costa brasileira pois não há presas suficientes para sua alimentação. Por conta disso, a ingestão de resíduos sólidos acontece e prejudica a sobrevivência dessa espécie.

Boersma (2008) aponta as mudanças climáticas e a pesca comercial como responsáveis pela redução de presas, fazendo com que os pinguins se desloquem mais ao norte do Brasil à procura de alimento. Portanto, o clima afeta diretamente a distribuição e a abundância de pinguins. No ano de 2008 foram registradas mais de 4.500 aves vivas, que atingiram desde o litoral sul até o litoral norte do Brasil, o que se torna um fenômeno atípico, pois a ocorrência considerada normal desses animais, seria até 23°S na costa brasileira, equivalente ao litoral do Rio de Janeiro (PÜTZ *et al.*, 2007. STOKES *et al.*, 1998). Cardoso *et al.* (2011) registraram a captura acidental de dezenas de indivíduos em uma única viagem de pesca com redes de encalhe no litoral do Rio Grande do Sul. Esse problema também pode afetar diretamente sua migração e conseqüentemente seu sucesso reprodutivo.

Seguindo sua rota de migração de aproximadamente sete meses, muitos pinguins são contaminados com óleos derramados por meio de lavagem dos tanques de carga, despejo de óleo lubrificante, ou devido a acidentes de navios petroleiros. O óleo flutua na superfície do mar e fica em suspensão na coluna d'água. As aves se sujam, nadam e mergulham, causando a perda da impermeabilidade das penas e conseqüentemente uma hipotermia, levando-os para o litoral brasileiro. Ao encalhar, estes animais não obtêm alimento, o que agrava seu estado de saúde (MAZET *et al.*, 2002; RUOPPOLO *et al.*, 2012).

Pinguins vivos que estão encalhados em praias do litoral do estado do Rio de Janeiro são encaminhados aos centros de reabilitação ou laboratórios que recebem animais silvestres. Após a análise dos relatórios obtidos pela Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo

Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear, os dados foram compilados por ano (Tabela 2).

Tabela 2. Número anual total de pinguins-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) recebidos pela Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear provenientes de encalhes em praias do estado do Rio de Janeiro.

Ano	Quantidade de Pinguins
2013	119
2015	119

De acordo com cada ano, foram separadas as quantidades de encalhes de pinguins por mês. Após isso, foram gerados dois histogramas dos anos de 2013 e 2015 (Figuras 4 e 5), respectivamente, para observar em quais meses as frequências desses acontecimentos seria maior.

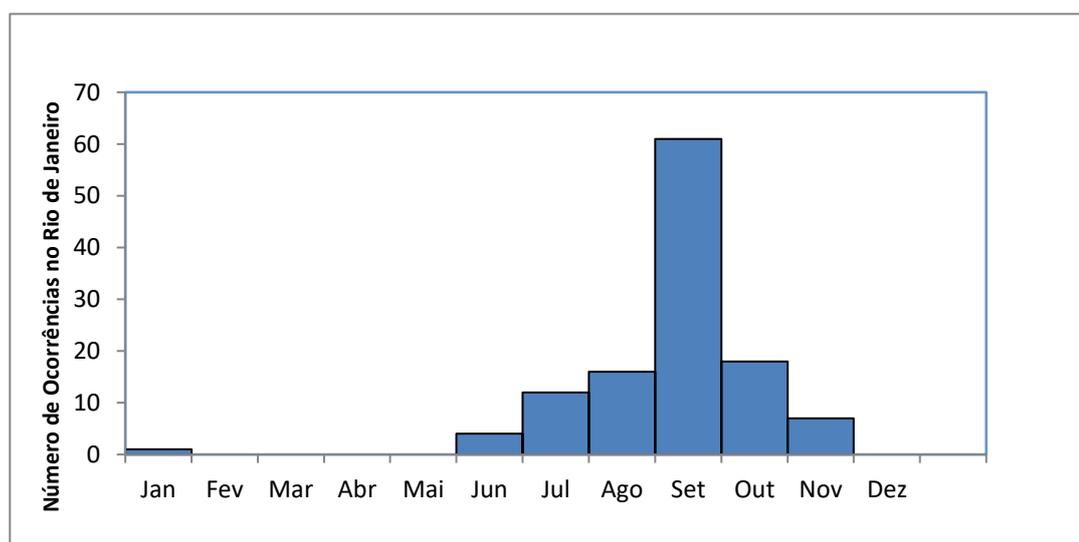


Figura 4. Histograma com o número de indivíduos encalhados por mês no ano de 2013, recebidos na Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear.

Observa-se que no ano de 2013, o mês com maior número de encalhes de pinguins foi setembro. Os meses de julho, agosto e outubro apresentaram um número parecido de ocorrências (Figura 4).

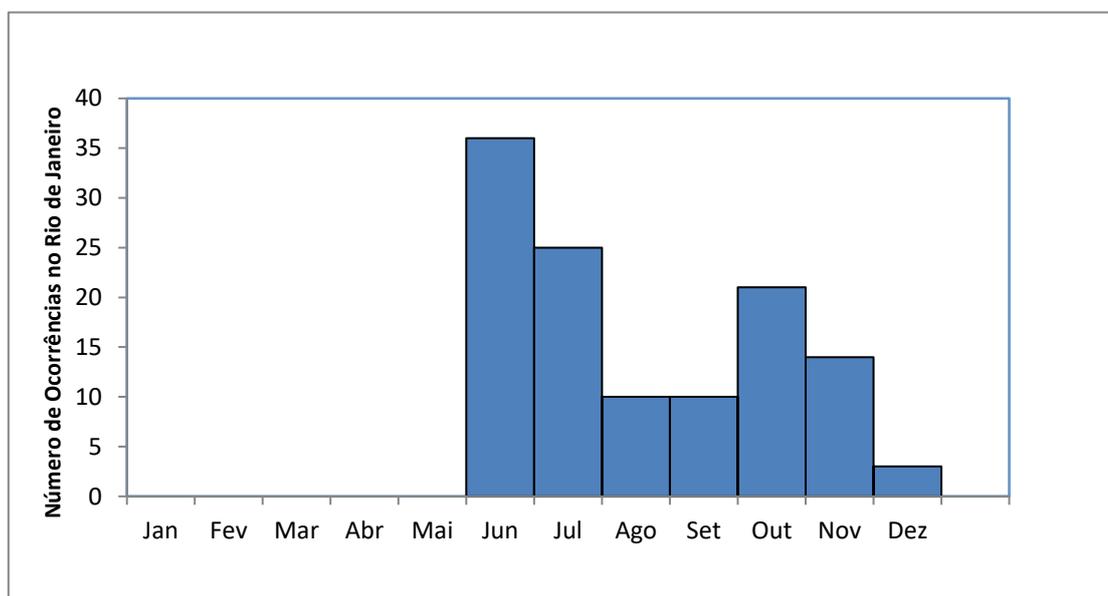


Figura 5. Histograma com o número de indivíduos encalhados por mês no ano de 2015, recebidos na Clínica Universitária de Recuperação de Fauna e pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletrobras Eletronuclear.

No ano de 2015, o mês com maior número de encalhes de pinguins foi junho. Os meses de agosto e setembro tiveram o mesmo número de encalhes. Julho e outubro possuem o número de ocorrências similares (Figura 5).

Esses dados contrastam diretamente a afirmação feita por Sick (1997) de que há uma maior chegada desses animais nos meses de julho e agosto, podendo ocorrer até outubro.

4.2 Análise dos dados oceanográficos

4.2.1 Análises dos campos médios mensais de temperatura e corrente superficial do mar

Os movimentos sazonais migratórios do *Spheniscus magellanicus* na costa do Oceano Atlântico, são influenciados pela intensificação da força da Corrente das Malvinas (SILVA *et*

al., 2012; DANTAS *et al.*, 2013). Segundo Putz *et al.* (2007), a migração para norte pode estar relacionada com a diminuição das temperaturas do mar e, conseqüentemente, a redução do crescimento de plâncton, acarretando em uma busca maior por alimentos na zona costeira.

As interações entre a Corrente do Brasil, oligotrófica, pobre em nutrientes, com águas quentes e salinas, e a Corrente das Malvinas, de águas frias e ricas em nutrientes, de baixa salinidade, e a descarga continental oriundas da CCB, tornam a região uma importante área de criação e fonte de alimentação, assim como de reprodução dos estoques pesqueiros, de origem subtropical e antártica, que utilizam as Correntes do Brasil e a Corrente das Malvinas para o transporte de longa distância (LONGHURST *et al.*, 1995; OLSON *et al.*, 1988; CATALDI *et al.*, 2010).

No Oceano Atlântico Sudoeste, os valores mínimos de temperatura da superfície do mar (TSM) chegam a 8°C durante o inverno austral, e podem chegar à máxima de 25°C no núcleo da Corrente do Brasil durante os meses de verão austral (GONI *et al.*, 1996). Os campos de TSM do Oceano Atlântico Sudoeste e a salinidade também podem responder à variabilidade climática associada ao fenômeno ENSO (SOPPA *et al.*, 2011). Na plataforma continental, as amplitudes anuais de TSM podem variar entre 6°C e 11°C, entre as mais baixas e mais altas latitudes (LENTINI *et al.*, 2000).

Foram feitas estimativas de médias mensais de temperatura superficial do mar para o ano de 2013. Na Figura 6, estão representados os campos de médias de temperatura da camada superficial (TSM) do oceano para os meses de janeiro a dezembro de 2013.

A análise dos campos de temperatura superficial do mar (TSM) (Figura 6) apresentados revelam a ocorrência de altas temperaturas de janeiro a março no litoral entre Santa Catarina e Rio de Janeiro. Águas mais quentes vindas da região nordeste do Brasil, com temperaturas que variam de 26°C a 29°C. Nos meses de abril e maio, as águas vão ficando mais frias, cerca de -4°C, quando comparadas com o período de verão. Em junho, observa-se uma intrusão de águas mais frias no litoral do Rio Grande do Sul, chegando a temperaturas de 16°C. No litoral do Rio de Janeiro, encontra-se águas a -1°C quando comparadas aos meses de abril e maio. De julho a agosto, observa-se uma intrusão de águas mais frias no litoral do Rio Grande do Sul, chegando até o Paraná, com temperaturas que variam entre 14°C – 18°C. Em setembro, houve uma diminuição de águas mais frias no litoral sul, onde a temperatura chegou a 21°C. Em outubro e novembro, as águas começam a esquentar, e em dezembro podemos observar uma temperatura de 26°C no litoral do Rio de Janeiro e Santa Catarina.

Estimativas de campos médios mensais de corrente superficial para o ano de 2013 foram geradas (Figura 7). A Corrente do Brasil encontra-se mais intensa junto ao estado do Rio de Janeiro nos meses de janeiro (a), fevereiro (b), setembro (h), outubro (j), novembro (k) e dezembro (l). Em março (c), abril (d), maio (d), junho (e), julho (f) e agosto (g), a CB permanece menos intensa e pouco próxima ao litoral do estado do Rio de Janeiro. Observa-se também que a Corrente Costeira do Brasil se encontra enfraquecida nos meses de março (c) e abril (d), e começando a aparecer com um pouco de intensidade nos meses de maio (d), junho (e) e julho (f), até que em setembro (h), outubro (j), novembro (k) torna-se mais intensa.

Podemos concluir que, no mês de agosto há intrusão de águas mais frias no litoral sul do Brasil e CB com menos intensidade, que podem ter facilitado a vinda desses animais até a costa do RJ, causando assim, um maior índice de encalhes no mês de setembro devido ao aquecimento das águas da região do RJ e a intensificação da CB até o litoral sul.

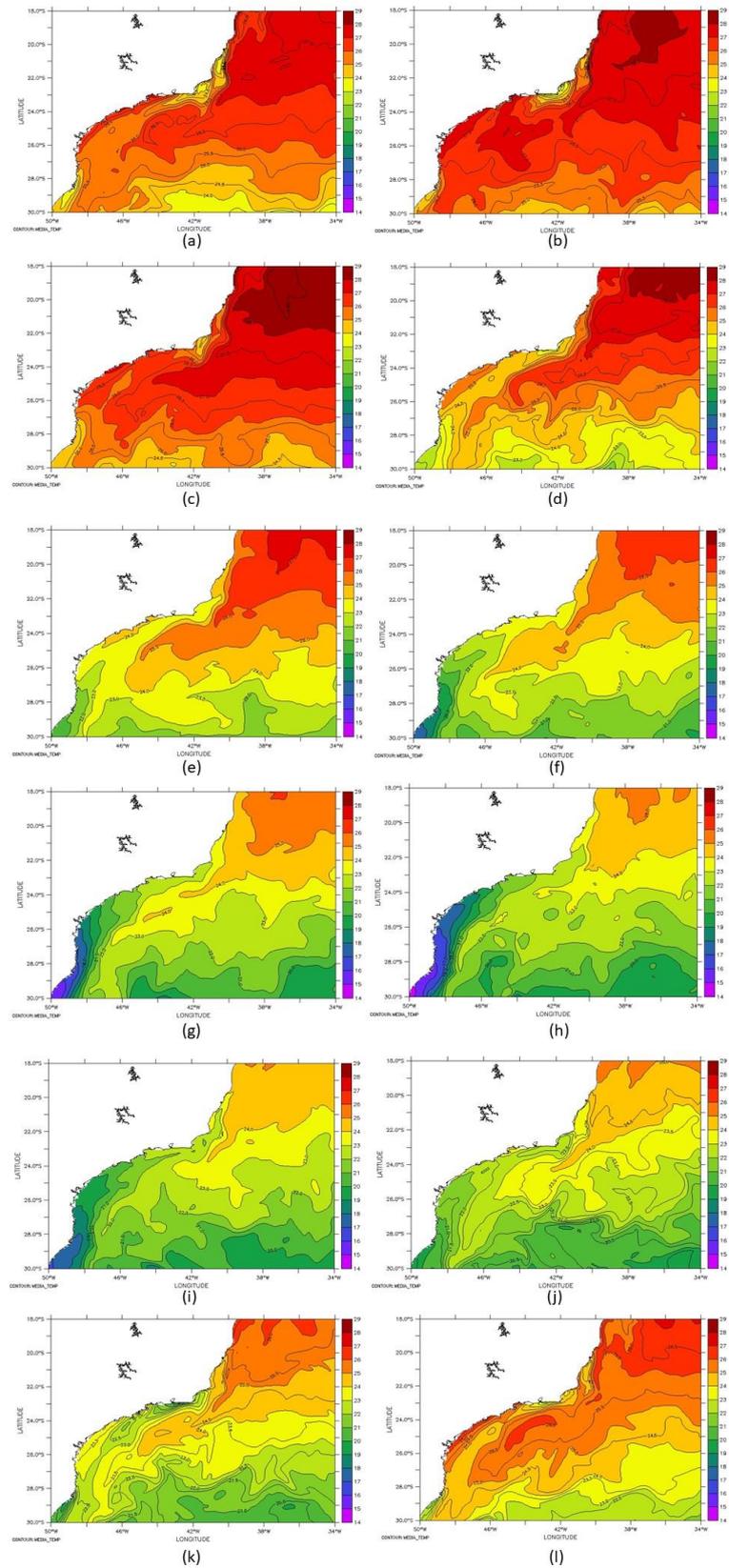


Figura 6. Campos médios mensais de temperatura superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2013.

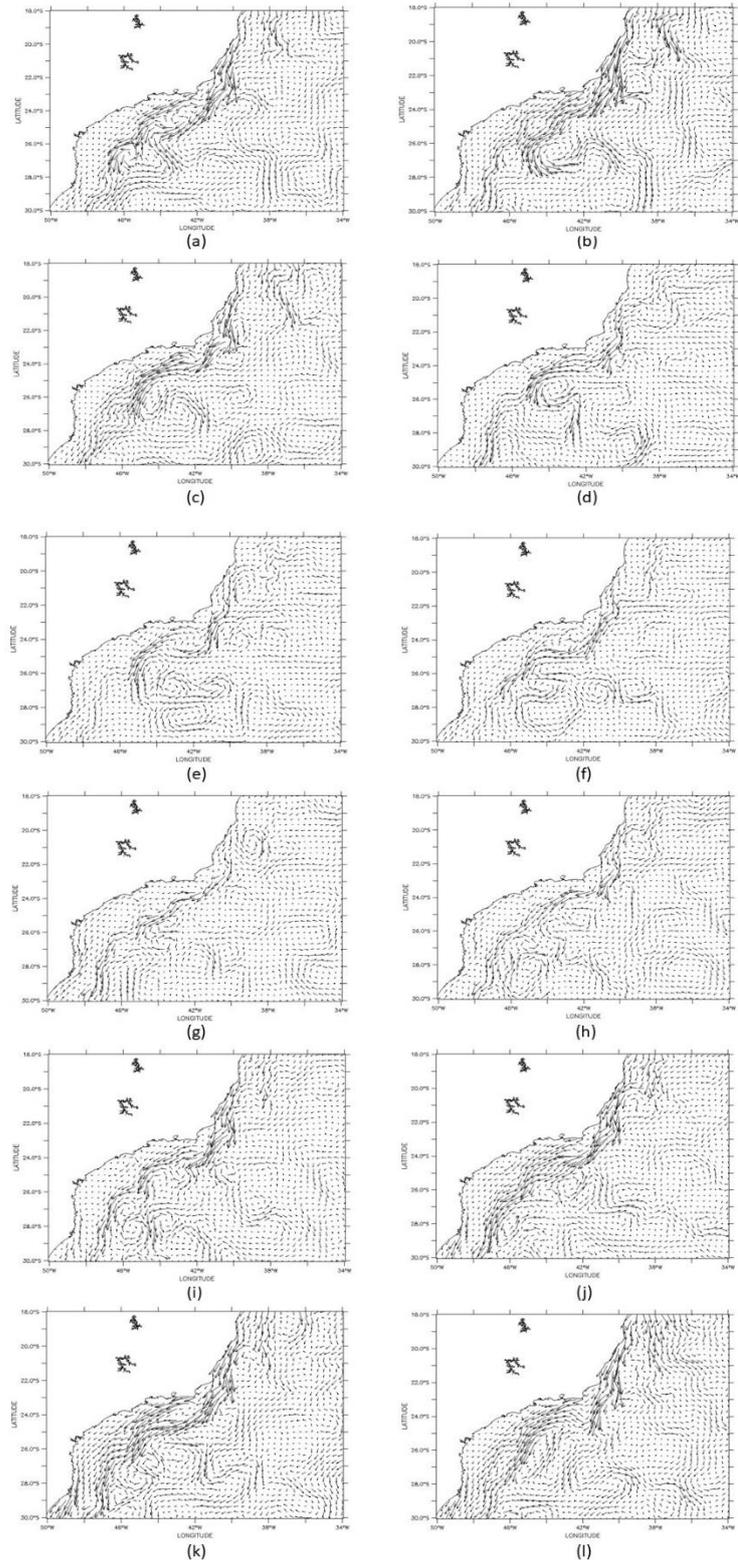


Figura 7. Campos médios mensais de corrente superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2013.

Os campos de médias de temperatura da camada superficial (TSM) do oceano para os meses de Janeiro a Dezembro de 2015, estão representados nas Figura 8. A análise obtida demonstra a ocorrência em janeiro, fevereiro e março, de temperaturas entre 22°C – 29°C, em praticamente toda a região dos modelos gerados, que abrangem desde o sul do nordeste, até o estado do Rio Grande do Sul. No litoral do Rio de Janeiro, encontra-se temperaturas que variam de 26°C a 29°C. Em abril, as temperaturas do litoral entre Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul começam a cair, permanecendo de 23°C a 26°C. No mês de maio, a temperatura continua caindo, até a chegada de junho, quando é possível observar águas mais frias a partir do litoral sul. De julho a setembro, há intrusão de águas mais frias entre o litoral do estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com temperaturas que variam de 15°C a 20°C. Enquanto no litoral do Rio de Janeiro, encontra-se uma temperatura de aproximadamente 20°C. Em outubro, as águas do litoral sul começam a esquentar. Águas quentes vindas do nordeste brasileiro em direção ao sul, aproximam-se do litoral do Rio de Janeiro. Já em novembro e dezembro, há um surgimento de águas mais quentes vindas do nordeste brasileiro, que atingem temperaturas entre 20°C – 29°C.

Estimativas de campos médios mensais de corrente superficial para o ano de 2015 foram Geradas (Figura 9). A Corrente do Brasil encontra-se mais intensa junto ao estado do Rio de Janeiro nos meses de janeiro (a) e fevereiro (b). Em março (c), a CB começa a se afastar da costa litorânea, permanece nessa mesma intensidade até abril (d). Em maio (e) e junho (f), a Corrente do Brasil se intensifica novamente. Em julho (g), a CB perde força, mas continua afastada do litoral do RJ. No mês de agosto (g) a CB encontra-se mais intensa, e a partir desse mês a CCB começa a ser influenciada na direção sul pela CB, mantendo-se dessa forma nos meses de outubro (j), novembro (k) e dezembro (l).

Podemos sugerir então, que o maior índice de encalhes encontrado em junho no ano de 2015, pode ter tido relação com a intensificação da CB no mês de maio e a temperatura mais fria, que favorece o aparecimento desses animais. O número de encalhes em julho pode ter diminuído devido ao enfraquecimento da CB e a intrusão de águas mais frias. Em outubro o número volta a subir com a intensificação da CB e o aquecimento da temperatura. Em novembro as águas quentes vindas do nordeste brasileiro fluem mais ao sul na altura do norte do estado do RJ, com a CB menos intensa.

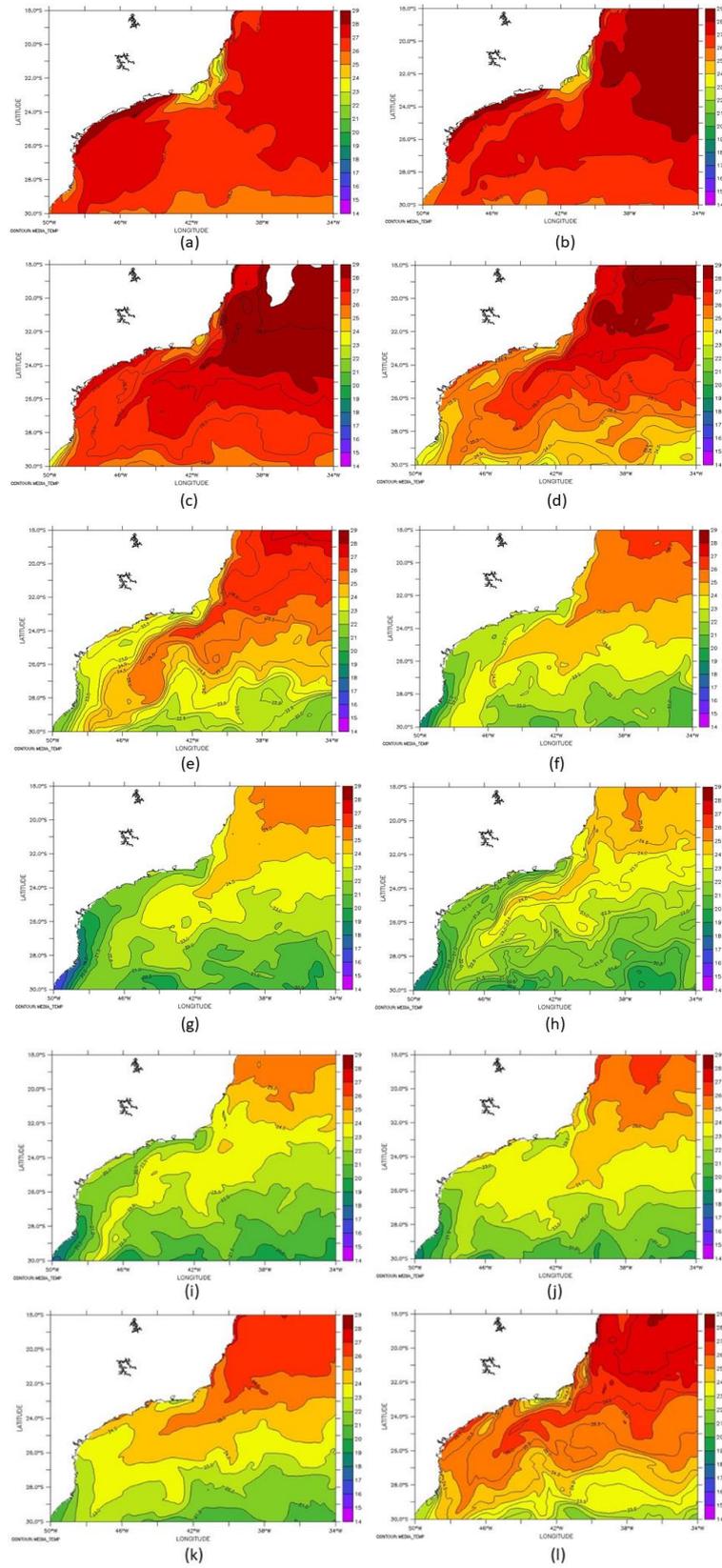


Figura 8. Campos médios mensais de temperatura superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2015.

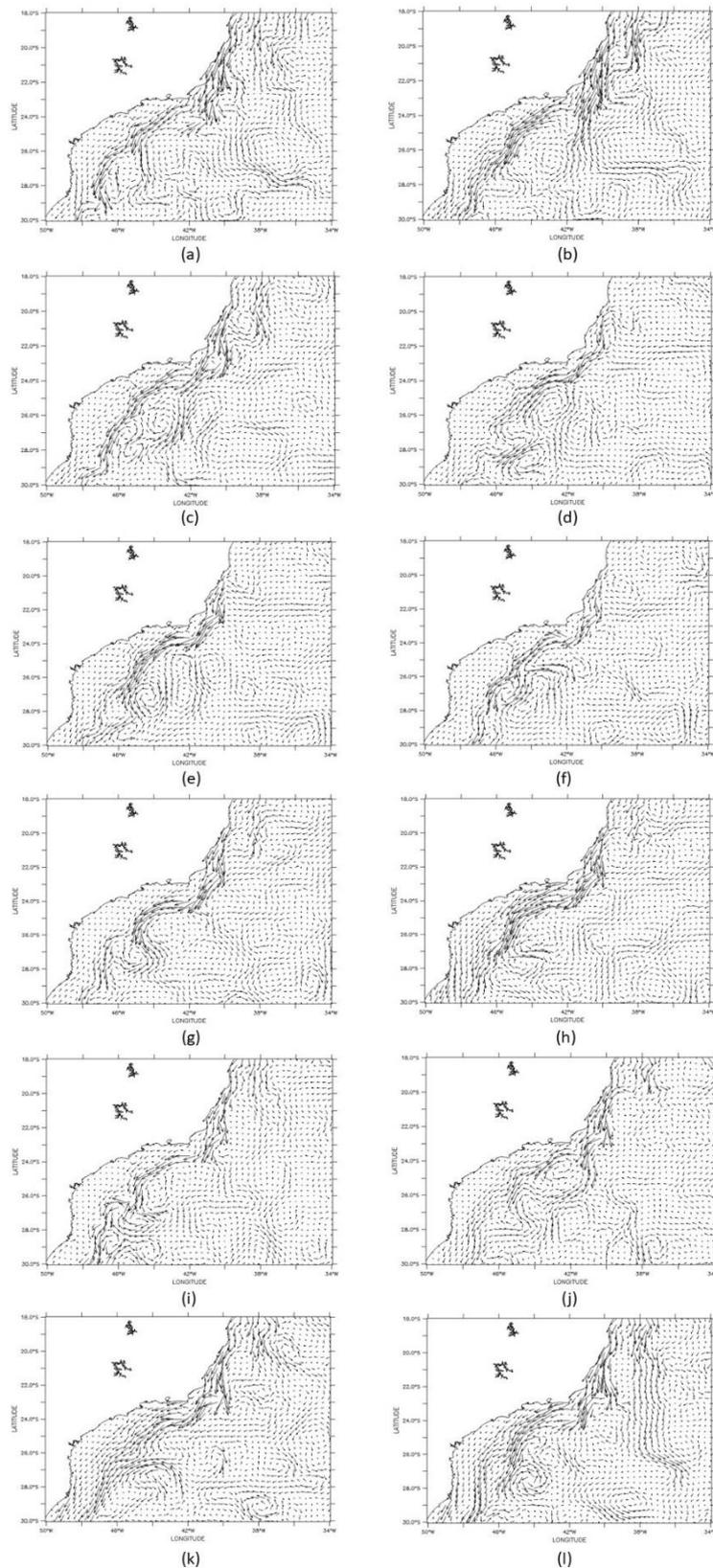


Figura 9. Campos médios mensais de corrente superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2015.

Após essas estimativas de médias mensais de temperatura dos anos de 2013 e 2015, realizou-se análise comparativa dos campos de diferenças de temperaturas médias mensais entre 2015 e 2013, respectivamente.

Nos meses de janeiro e fevereiro, houve um aquecimento de cerca de 2°C na temperatura do litoral do Paraná ao Rio de Janeiro. De março a abril, as temperaturas desde o litoral do Rio Grande do Sul até o Rio de Janeiro, tiveram variações de -0.8°C a 0.8°C. Em maio e junho, as temperaturas do litoral de Santa Catarina ao Rio de Janeiro, tiveram variações de -1°C a 0.7°C. De julho a setembro, as temperaturas esquentam até 3°C, principalmente de águas vindas do litoral sul. Em outubro, houve um aumento de até -0.5°C no litoral sul, a partir disso, os meses de novembro e dezembro também apresentaram águas frias quando comparadas aos meses de verão (Figuras 10).

Observou-se então, que o ano de 2015 apresentou temperaturas de superfície do mar mais quentes durante todo o ano quando comparado ao ano de 2013.

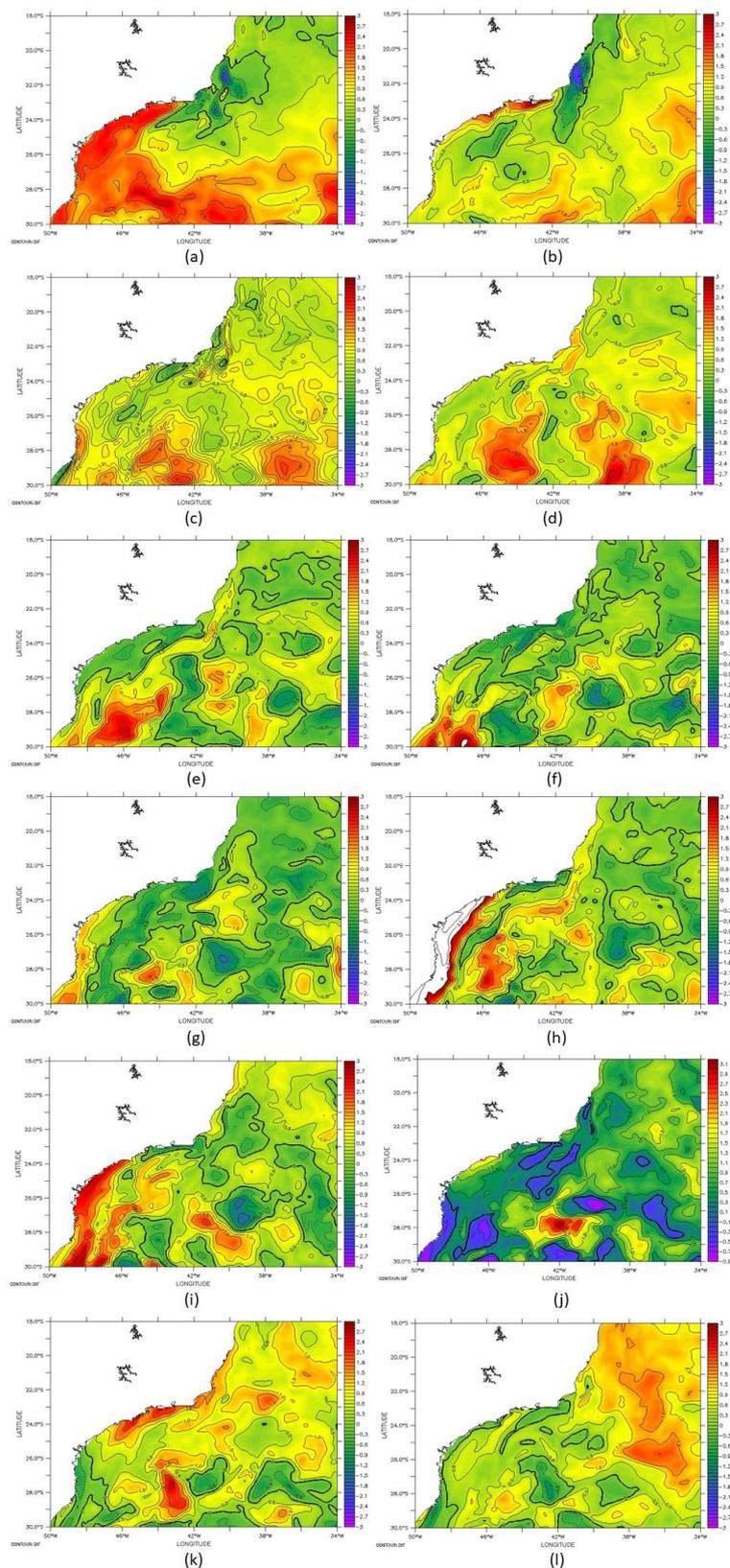


Figura 10. Campos diferenças médias mensais de temperatura superficial do mar para (a) janeiro, (b) fevereiro, (c) março, (d) abril, (e) maio, (f) junho, (g) julho, (h) agosto, (i) setembro, (j) outubro, (k) novembro e (l) dezembro do ano de 2015-2013.

A fim de analisar comparativamente as temperaturas e as velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v), que ocorreram ao longo da costa do litoral brasileiro nos anos escolhidos com os resultados obtidos através estimativas de médias mensais de temperatura e corrente superficial do mar, foram estabelecidas três áreas fixas, apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Áreas utilizadas para gerar dados de temperatura e velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v), para cada ano.

Área/estado	Pontos geográficos
Rio de Janeiro	- 44:- 41.5W/ - 25:- 22S
Santa Catarina	- 47.5:- 46.5W/ - 25.5:- 24.5S
Rio Grande do Sul	- 49:- 47.5W/ - 29:- 27S

A partir dessas áreas pontuadas, foram gerados dois gráficos com temperatura e velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v), para cada ano.

As estimativas de campos médios mensais de temperatura superficial do mar e o gráfico da análise pontual de temperatura de áreas fixas do ano de 2013 (Figura 11), se complementam. Em ambos, podemos perceber a diminuição da temperatura na costa do litoral brasileiro, na área do estado do Rio Grande do Sul, a partir do mês de junho até setembro. Nas áreas do Rio de Janeiro e de Santa Catarina, também há uma diminuição de temperatura quando se comparado aos meses anteriores.

Comparando as estimativas de campos médios mensais de corrente superficial com o gráfico da análise de velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v) de áreas fixas para o ano de 2013 (Figura 12), podemos perceber que na maioria dos meses há poucas oscilações nos valores obtidos no gráfico, exceto nos meses de novembro e dezembro para a área do Rio Grande do Sul.

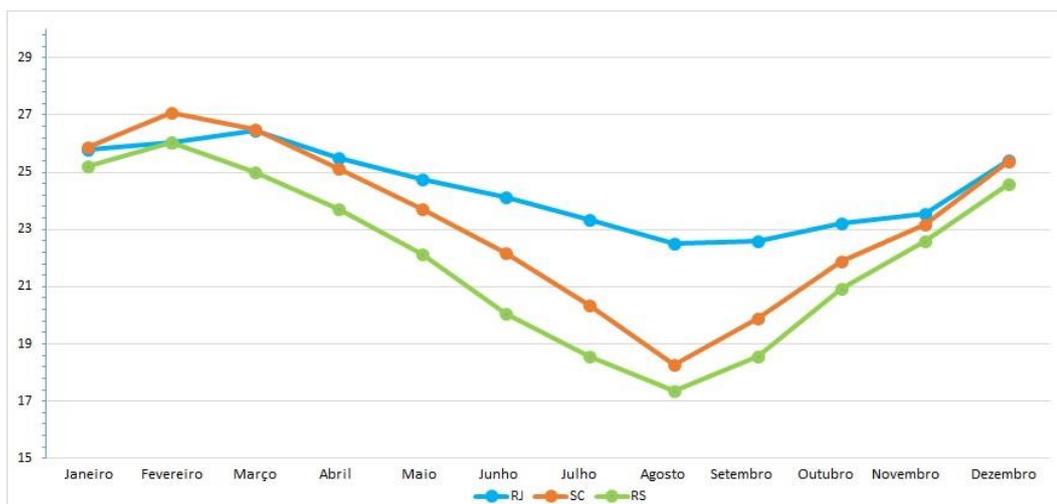


Figura 11. Análise de temperatura pontual de áreas fixas no ano de 2013.

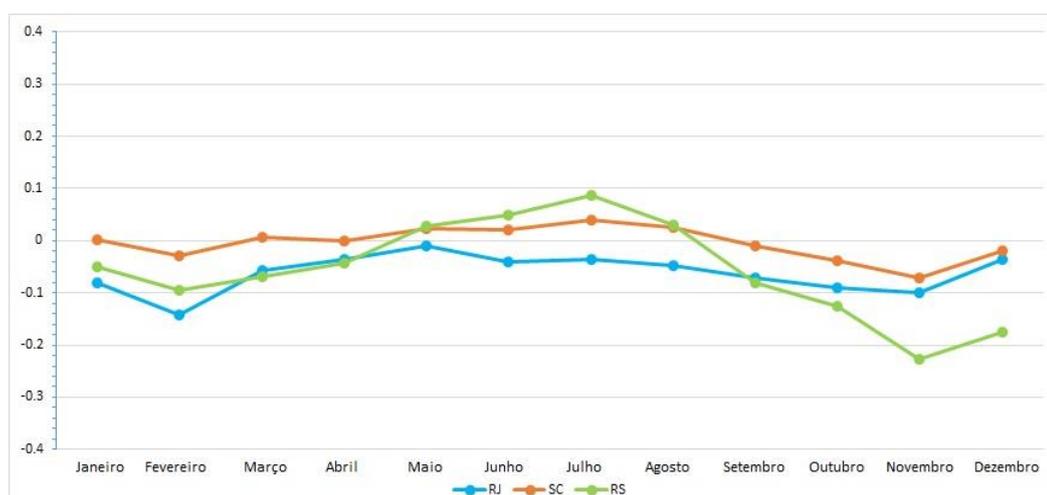


Figura 12. Análise de velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v) de áreas fixas no ano de 2013.

As estimativas de campos médios mensais de temperatura superficial do mar e o gráfico da análise pontual de temperatura de áreas fixas do ano de 2015 (Figura 13), também se complementam. Em ambos, podemos observar a diminuição da temperatura na costa do litoral brasileiro, na área do estado do Rio Grande do Sul, a partir do mês de maio até outubro. Nos meses de novembro e dezembro, as temperaturas começam a subir, porém, na área do Rio Grande do Sul, ainda foi possível encontrar águas frias. Nas áreas do Rio de Janeiro e de Santa Catarina, nos meses maio a outubro, houve uma diminuição das temperaturas quando se comparadas aos meses anteriores.

Comparando as estimativas de campos médios mensais de corrente superficial com o gráfico da análise de velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v) de áreas fixas para o ano de 2015 (Figura 14), podemos perceber que nos meses de agosto, outubro, novembro e dezembro, as correntes ficam intencionadas para o sul, enquanto nos outros meses, principalmente no estado do Rio de Janeiro, as correntes permanecem quase neutras em sua intensidade.

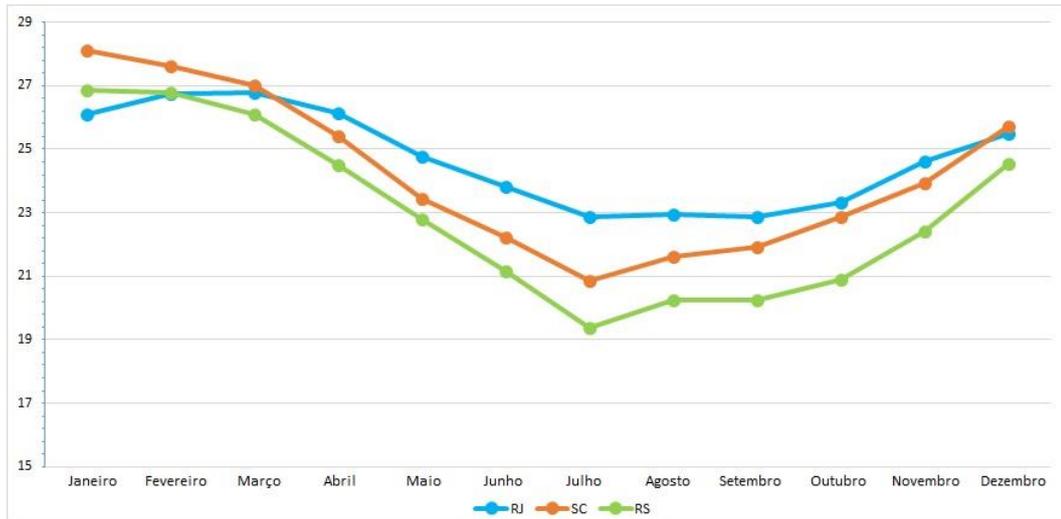


Figura 13. Análise de temperatura pontual de áreas fixas no ano de 2015.

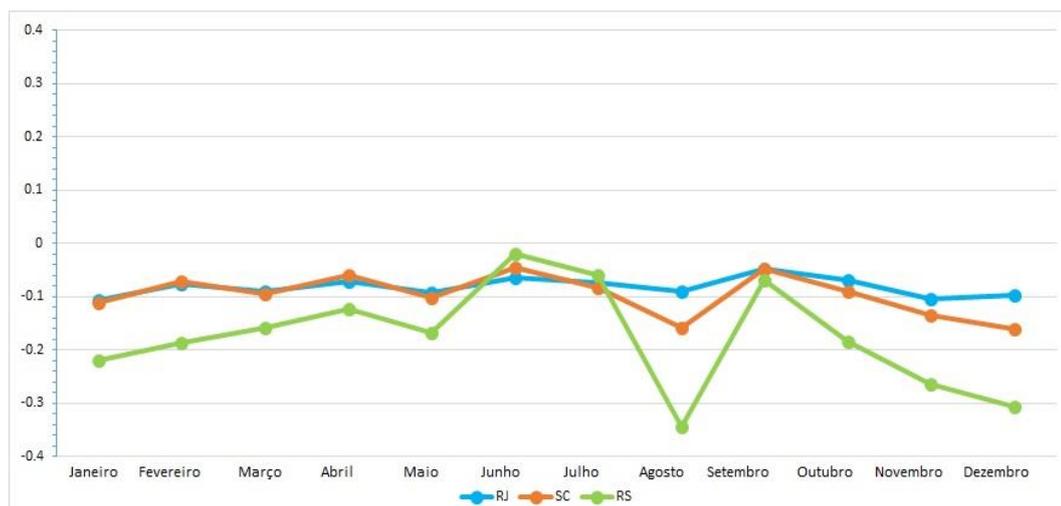


Figura 14. Análise de velocidades zonal e meridional de camada superficial do mar (componente v) de áreas fixas no ano de 2015.

Utilizando os valores gerados de temperatura e velocidade de corrente no ponto do Rio de Janeiro, foram feitas análises estatísticas (Figuras 15 e 16) para confirmar a relação entre essas variáveis e o número de encalhes de pinguins.

Para o ano de 2013 obtivemos os seguintes resultados:

		Summary Statistics; DV: Encalhes				
Statistic		Value				
Multiple R		0.705380577				
Multiple R ²		0.497561759				
Adjusted R ²		0.385908817				
F(2,9)		4.45632464				
p		0.045172289				
Std.Err. of Estimate		13.6364703				

Regression Summary for Dependent Variable: Encalhes R= .70538058 R ² = .49756176 Adjusted R ² = .38590882 F(2,9)=4.4563 p<.04517 Std.Error of estimate: 13.636						
N=12	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(9)	p-value
Intercept			215.4448	72.26126	2.98147	0.015413
Temperatura	-0.686588	0.236436	-8.5311	2.93780	-2.90390	0.017484
Corrente	-0.138430	0.236436	-52.2179	89.18768	-0.58548	0.572609

Figura 15. Resultados obtidos através da correlação entre velocidade de corrente e a temperatura no ano de 2013.

Para o ano de 2015 obtivemos os seguintes resultados:

		Summary Statistics; DV: Encalhes				
Statistic		Value				
Multiple R		0.717225411				
Multiple R ²		0.51441229				
Adjusted R ²		0.40650391				
F(2,9)		4.76712087				
p		0.0387440138				
Std.Err. of Estimate		9.253151				

Regression Summary for Dependent Variable: Encalhes R= .71722541 R ² = .51441229 Adjusted R ² = .40650391 F(2,9)=4.7671 p<.03874 Std.Error of estimate: 9.2532						
N=12	b*	Std.Err. of b*	b	Std.Err. of b	t(9)	p-value
Intercept			141.9181	46.2296	3.06986	0.013357
Temperatura	-0.629663	0.260344	-4.9789	2.0586	-2.41858	0.038700
Corrente	0.161502	0.260344	110.1694	177.5952	0.62034	0.550417

Figura 16. Resultados obtidos através da correlação entre velocidade de corrente e a temperatura no ano de 2015.

Para o ano de 2013 obteve-se o gráfico (Figura 17), nos mostrando que a velocidade de corrente não se relaciona com os encalhes de pinguins, porém, a temperatura se relaciona. Há uma correlação significativa: quando a temperatura diminui, os encalhes aumentam.

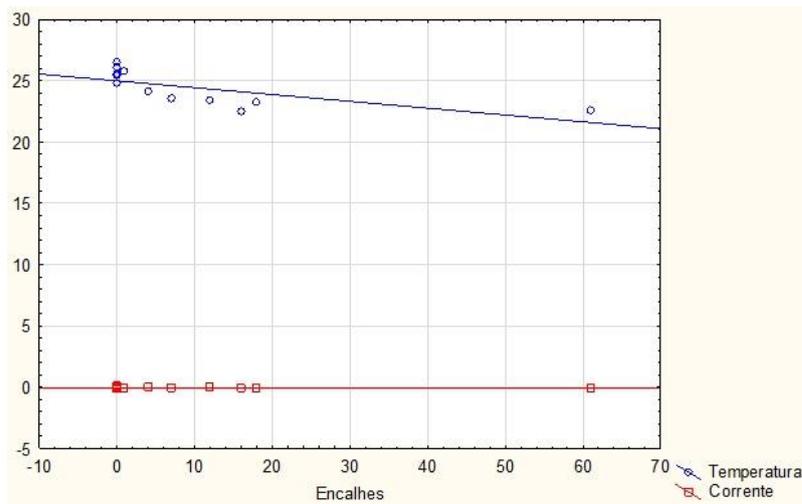


Figura 17. Gráfico de dispersão relacionando o número de encalhes de pinguins com temperatura e velocidade de corrente no ano de 2013.

Para o ano de 2015 obteve-se o gráfico (Figura 18), evidenciando também que a velocidade corrente não se relaciona com os encalhes de pinguins, porém, a temperatura se relaciona. Há uma correlação significativa: quando a temperatura diminui, os encalhes aumentam. Então, para ambos os anos chegamos a mesma conclusão.

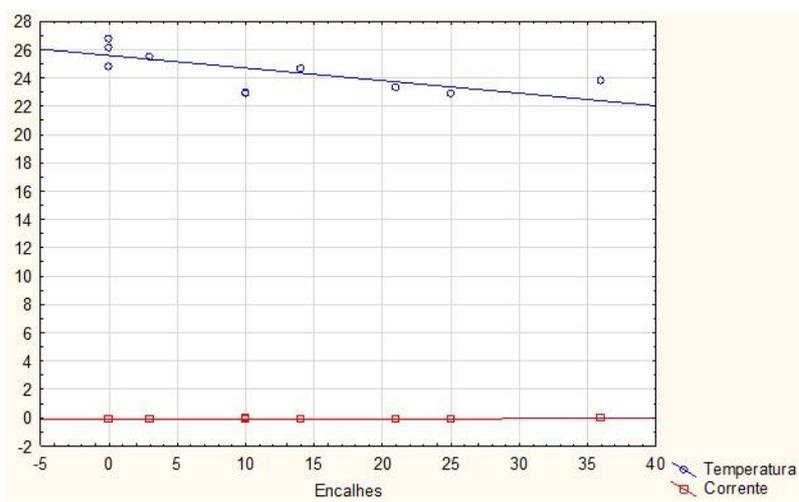


Figura 18. Gráfico de dispersão relacionando o número de encalhes de pinguins com temperatura e velocidade de corrente no ano de 2015.

4.2.2 Análises dos campos médios sazonais de temperatura e corrente superficial do mar

Segundo Mäder *et al.* (2010), a quantidade de pinguins encalhados e vivos que vem sendo registrados nos últimos anos em locais não comuns, muito provavelmente está ligada às mudanças climáticas. Sick (1997) associa eventos de pós tempestades com o aparecimento dessas aves no Brasil.

A partir das informações obtidas no tópico 4.2.1, uma tabela (Tabela 4) e um histograma foram gerados para cada ano (Figura 19), relacionando o número de encalhes de pinguins com as estações do ano.

Tabela 4. Números de encalhes de pinguins-de-magalhães por estação do ano em 2013 e 2015.

	2013	2015
Verão	1	0
Outono	4	36
Inverno	89	45
Primavera	25	38

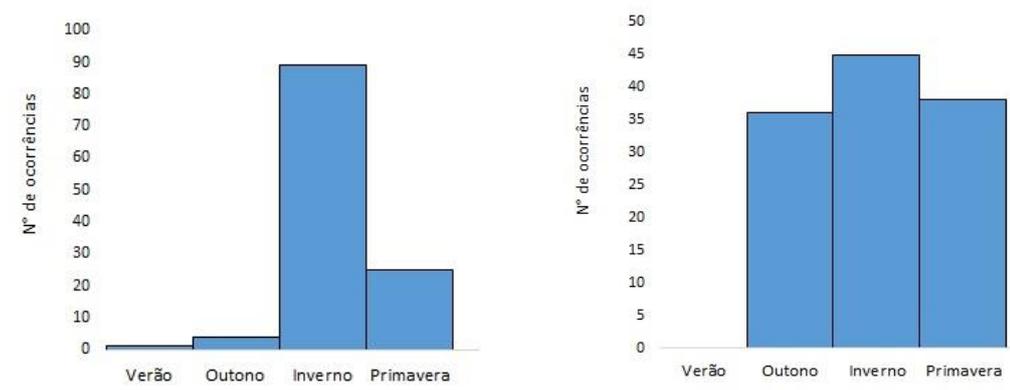


Figura 19. Histograma com o número de indivíduos encalhados por estação do ano em 2013 e 2015, respectivamente.

Em 2013, na estação do inverno, encontramos o maior número pinguins-de-magalhães encalhados. Em seguida, a estação da primavera com números menores. No outono e no verão, as ocorrências foram baixas. Em 2015, a estação do inverno também apresentou o maior número

de pinguins-de-magalhães encalhados. As estações de outono e primavera tiveram um número similar de ocorrências. Enquanto no verão, não houve nenhum registro (Figura 19).

Podemos perceber que no ano de 2013, os encalhes ocorreram com mais frequência nas estações de inverno e primavera. Enquanto no outono e no verão tiveram poucas ocorrências. No ano de 2015, a estação que obteve maior número de encalhes foi inverno. As estações primavera e outono obtiveram um número bem parecido de registros. Portanto, esses resultados se diferenciam, pois não mostram que os encalhes ocorrem somente durante as estações outono e inverno, como afirmam as referências bibliográficas já descritas.

No ano de 2013, a temperatura na camada superficial da costa brasileira que se estende de Santa Catarina ao sul do estado do Espírito Santo, nas estações de verão (a) e outono (b), apresentam águas quentes. No inverno (c), apresenta uma intrusão de águas mais frias junto à costa (Figura 20). Tal intrusão provavelmente está associada ao escoamento da CCB. Na primavera (d), ainda encontram-se águas mais frias próximas ao estado do Rio de Janeiro.

No ano de 2015, observa-se águas quentes no verão (a) por toda a região litorânea. No outono (b) e na primavera (d), existem águas frias no litoral ao sul do país e águas bem mais quentes ao norte. No inverno (c) encontram-se águas mais frias ao longo da costa brasileira que se estende do Rio Grande do sul ao sul do estado do Espírito Santo, como mostra a (Figura 21).

No ano de 2013, a Corrente do Brasil encontra-se mais intensa no verão (a) e na primavera (d), e menos intensa no outono (b) e no inverno (c) como pode ser observado na Figura 22. Na região costeira adjacente aos estados de Santa Catarina e Paraná, pode-se observar a presença do escoamento associado à CCB fluindo com sentido nordeste nos meses de primavera (d). Nos meses de outono (b), inverno (c) e verão (a) nota-se um enfraquecimento desse fluxo identificado a partir da ausência de correntes para nordeste junto à costa.

No ano de 2015, representado pela Figura 23, a Corrente do Brasil encontra-se mais intensa no verão (a), inverno (c) e primavera (d), e menos intensa no outono (b). A Corrente Costeira do Brasil mostra-se mais fraca no verão, outono e inverno. Na primavera, passa a ter seu fluxo voltado para latitudes mais baixas, porém, com pouca intensidade.

Comparando as Figuras 20 e 21, podemos concluir que nos dois anos as estações: verão (a) e outono (b), apresentaram temperaturas de superfície do mar mais quentes. E nas estações de verão (a) e primavera (d), a Corrente do Brasil encontra-se mais intensa, Figuras 22 e 23. As estações de outono e primavera, com a junção de temperaturas quentes e Corrente do Brasil mais intensa, possivelmente influenciaram a chegada desses pinguins no litoral da costa brasileira.

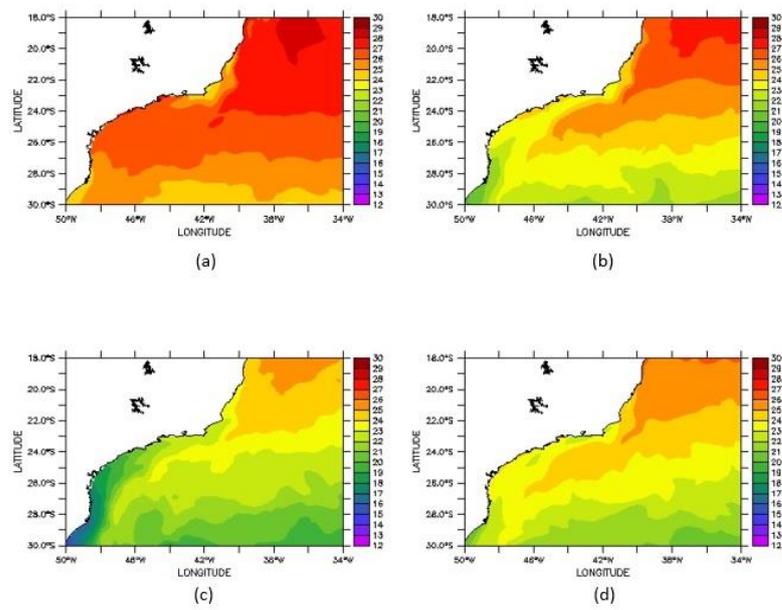


Figura 20. Análises de temperaturas sazonais do ano de 2013. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.

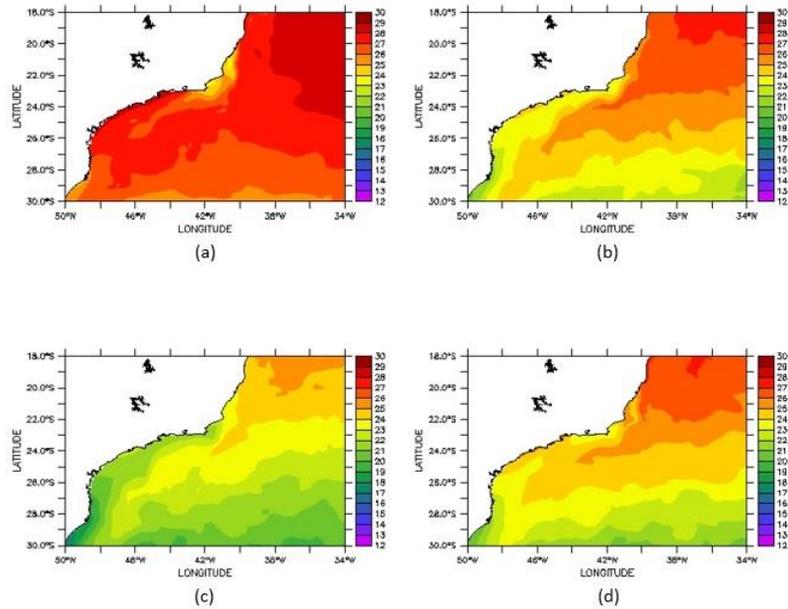


Figura 21. Análises de temperaturas sazonais do ano de 2015. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.

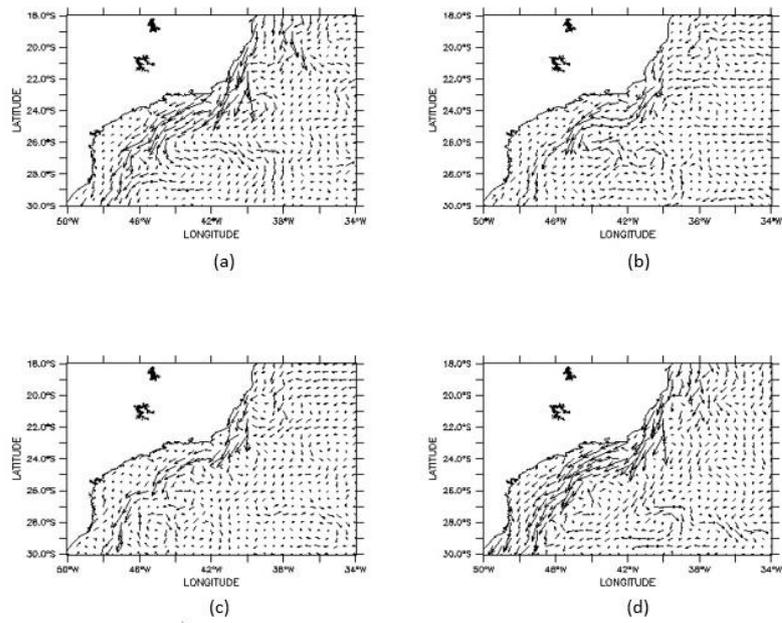


Figura 22. Análises de correntes sazonais do ano de 2013. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.

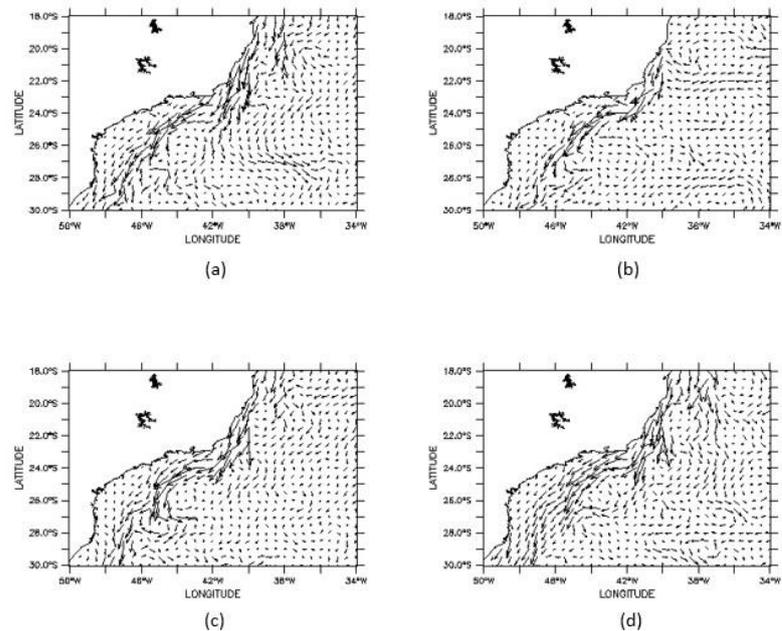


Figura 23. Análises de correntes sazonais do ano de 2015. Estações: (a) verão, (b) outono, (c) inverno e (d) primavera.

5 CONCLUSÃO

Embora o número total de encalhes nos anos de 2013 e 2015 tenha sido igual, as frequências desses encalhes ao longo dos meses foram totalmente diferentes. Quando agrupados sazonalmente, a estação do inverno se destaca com o maior número de pinguins encalhados nos dois anos estudados.

Com base nessas análises pode-se concluir que no ano de 2013, muito provavelmente devido ao aumento de temperaturas no mês de setembro que antes eram baixas no mês de agosto, acarretou em um pico de pinguins encalhados. Em todos os meses que houveram encalhes, pode-se observar águas frias vindas do litoral sul, que pode ter ajudado na chegada desses animais no litoral do estado do Rio de Janeiro.

No ano de 2015, nos meses de maio a novembro, observa-se águas frias, embora quando comparadas aos mesmos meses do ano de 2013, nota-se um aquecimento de junho a setembro, o que pode ter acarretado em uma frequência mais constante desses encalhes. No mês de outubro, houve um esfriamento das águas, ocasionando novamente um aumento dos encalhes.

Em ambos os anos, estatisticamente, a temperatura influenciou diretamente nos encalhes de pinguins-de-magalhães, à medida que a temperatura diminuía, os encalhes aumentavam, revelando que águas mais frias facilitam a vinda desses animais para a costa brasileira.

Portanto, esses resultados indicam que a ocorrência de pinguins-de-magalhães no litoral brasileiro pode estar se modificando ao longo do tempo, e contrasta diretamente com o embasamento teórico de que o período de chegada era apenas na estação de inverno.

É importante ressaltar que essa pesquisa teve como foco inicial o estado do Rio de Janeiro, porém a longo prazo, é necessário haver um registro periódico dos hábitos migratórios dos pinguins-de-magalhães, não só no litoral do Rio de Janeiro, mas também ao longo de toda a costa dos demais estados, para futuramente possibilitar correlacionar e identificar as prováveis causas das ocorrências de encalhes desses animais na costa brasileira.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, L. P. F. **Influência do campo de vento anômalo tipo ENSO na dinâmica do Atlântico Sul**. Tese (Doutorado em modelagem computacional aplicada a Engenharia Ambiental) - Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.
- ASSAD, L. P. F. et al. Influence of El Niño Wind Stress Anomalies on South Brazil Bight Ocean Volume Transports. **International Journal of Oceanography**, v. 2015, p. 15, 2015.
- BALLANCE, L. .; AINLEY, D. G.; G.L. HUNT, J. Seabird Foraging Ecology. In: **Encyclopedia of Ocean Sciences**. London: Academic Press, 2001. v.5, p. 2636–2644.
- BARRETT, R. T. et al. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. **Oxford Journals**, 2007.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Spheniscus magellanicus*. **Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas 2016: e.T22697822A93642328**. Disponível em<<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22697822A93642328.en>>. Acesso em: **10 jun. 2017**.
- BOERSMA, P. D. Penguins as Marine Sentinels. **BioScience**, v. 58, n. 7, p. 597–607, 2008.
- BURGER, J.; GOCHFELD, M. Marine Birds as Sentinels of Environmental Pollution. **EcoHealth**, v. 1, p. 263–274, 2004.
- CAIRNS, D. K. Seabirds as Indicators of Marine Food Supplies Marine Food Supplies. **Biological Oceanography**, v. 5, p. 261–271, 1987.
- CARDOSO, L. G. et al. Gillnet fisheries as a major mortality factor of magellanic penguins in wintering areas. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 4, p. 840–844, 2011.
- CATALDI, M. et al. Estudo da influência das anomalias da TSM do atlântico sul extratropical na região da confluência brasil malvinas no regime hidrometeorológico de verão do sul e sudeste do brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 4, p. 513–524, 2010.
- DANTAS, G. P. M. et al. Evidence for northward extension of the winter range of magellanic penguins along the brazilian coast. **Marine Ornithology**, v. 41, p. 195–197, 2013.
- DI BENEDITTO, A. P. M. et al. Magellanic penguins: Stomach contents and isotopic profiles to assess the feeding demands of juveniles in a wintering area off Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95, n. 2, p. 423–430, 2015.
- ELETRONUCLEAR. **Laboratório de Monitoração Ambiental**. 2017.
- FOWLER, M. E.; CUBAS, Z. S. **Biology , medicine , and surgery of south american wild animals**. [s.l.] Iowa State University Press, 2001.
- FRERE, E.; GANDINI, P.; LICHTSCHEIN, V. Variacion latitudinal en la dieta del pinguino (*Spheniscus magellanicus*). **Ornitologia Neotropical**, v. 7, p. 35–41, 1996.

- GANDINI, P.; FRERE, E.; BOERSMA, P. D. Status and conservation of Magellanic Penguins *Spheniscus magellanicus* in Patagonia , Argentina. **Bird Conservation Internacional**, v. 6, p. 307–316, 1996.
- GARCÍA-BORBOROGLU, P. et al. Chronic oil pollution harms Magellanic penguins in the Southwest Atlantic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 193–198, 2006.
- GARCÍA-BORBOROGLU, P. et al. Magellanic penguin mortality in 2008 along the SW Atlantic coast. **Marine Pollution Bulletin journal**, v. 60, p. 1652–1657, 2010.
- GARCÍA-BORBOROGLU, P. & BOERSMA, P. D. **Penguins: Natural History and Conservation**. Seattle: University of Washington Press, 2013.
- GONI, G. et al. Dynamics of the Brazil-Malvinas Confluence based on inverted echo sounders and altimetry the mean sea. **Journal of Geophysical Research**, v. 101, n. 7, p. 273–289, 1996.
- GUERRERO, R. A.; PIOLA, A. R. Masas de agua en la plataforma continental. **El Mar Argentino y sus recursos pesqueros**, v. 1, p. 107–118, 1997.
- LENTINI, C. A. D.; CAMPOS, E. J. D.; PODESTÁ, G. G. The annual cycle of satellite derived sea surface temperature on the western South Atlantic shelf. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 48, n. 2, p. 93–105, 2000.
- LONGHURST, A. et al. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. **Journal of Plankton Research**, v. 17, n. 6, p. 1245–1271, 1995.
- MÄDER, A.; SANDER, M.; JR, C. Ciclo sazonal de mortalidade do influenciado por fatores antrópicos e climáticos na costa do Rio Grande do Sul , Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 228–233, 2010.
- MATANO, R. P.; PALMA, E. D.; PIOLA, A. R. The influence of the Brazil and Malvinas Currents on the Southwestern Atlantic Shelf circulation. **Ocean Sci**, v. 6, p. 983–995, 2010.
- MAZET, J. A. K. et al. Advances in Oiled Bird Emergency Medicine and Management. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 16, n. 2, p. 146–149, 2002.
- MIRANDA, M. et al. Hábitat reproductivo y estimación del tamaño. **Anales Instituto Patagonia**, v. 37, n. 1, p. 103–111, 2009.
- MÖLLER, O. O. et al. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. **Continental Shelf Research**, v. 28, p. 1607–1624, 2008.
- OLSON, D. B. et al. Temporal variations in the separation of Brazil and Malvinas Currents. **Deep-Sea Researc**, v. 35, n. 12, p. 1971–1990, 1988.
- PETRY, M. V.; SCHERER, J. DE F. M.; SCHERER, A. L. Ocorrência , alimentação e impactos antrópicos de aves marinhas nas praias do litoral do Rio Grande do Sul , sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 1, p. 65–70, 2012.
- PÜTZ, K. et al. Winter migration of magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) from the southernmost distributional range. **Marine Biology**, v. 152, n. 6, p. 1227–1235, 2007.

- REBSTOCK, GINGER A. BOERSMA, P. D. Parental behavior controls incubation period and asynchrony of hatching in magellanic penguins. **The Condor**, v. 113, n. 2, p. 316–325, 2011.
- RUOPPOLO, V. et al. Survival and movements of Magellanic penguins rehabilitated from oil fouling along the coast of South America, 2000 – 2010. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, n. 7, p. 1309–1317, 2012.
- SCHIAVINI, A. et al. Los pingüinos de las costas argentinas: estado poblacional y conservación. **Hornero**, v. 20, n. 1, p. 5–23, 2005.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira: uma introdução**. 1ª.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- SILVA, R. R. et al. Occurrence of Magellanic Penguins along the Northeast Brazilian Coast during 2008 Austral Winter. **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 10, 2012.
- SILVEIRA, I. C. A. et al. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 48, n. 2, p. 171–183, 2000.
- SOPPA, M. A.; BUSS, R.; PEZZI, L. P. Variabilidade das anomalias de temperatura da superfície do mar no oceano atlântico sudoeste e sua relação com o fenômeno El Niño-oscilação sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 3, p. 375–391, 2011.
- SOUZA, R. B.; ROBINSON, I. S. Lagrangian and satellite observations of the Brazilian Coastal Current. **Continental Shelf Research**, v. 24, n. 2, p. 241–262, 2004.
- STOKES, D. L.; BOERSMA, P. D. Satellite Tracking of Magellanic Penguin Migration. **The Condor**, v. 100, p. 376–381, 1998.
- TRATHAN, P. N. et al. Pollution , habitat loss , fishing , and climate change as critical threats to penguins. **Conservation Biology**, v. 29, n. 1, p. 31–41, 2014.
- VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. **As aves do ambiente costeiro do brasil: biodiversidade e conservação**. Rio Grande, RS: [s.n.]. 1999.
- WALKER, B. G.; BOERSMA, P. D. Diving behavior of Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) at Punta Tombo , Argentina. **Canadian Journal Zoology**, v. 81, p. 1471–1483, 2003.
- WILSON, R. O. R. Y. P. W. et al. How do magellanic penguins cope with variability in their access to prey ? **Ecological Monographs**, v. 75, n. 3, p. 379–401, 2005.