

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA BIOLÓGICA**

**FATORES DETERMINANTES DA CAPTURA
INCIDENTAL DE AVES E TARTARUGAS
MARINHAS E DA INTERAÇÃO COM
ORCAS/FALSAS-ORCAS, NA PESCARIA
COM ESPINHEL PELÁGICO NO SUDESTE-
SUL DO BRASIL**

DANIELLE DA SILVEIRA MONTEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Carolus Maria Vooren

**Rio Grande
Setembro de 2008**

AGRADECIMENTOS

Ao Serginho, meu amor, pelo apoio em todas as fases deste trabalho, como companheiro e como colega de trabalho, por me incentivar, me tranquilizar nos momentos finais e me “frear” nas horas certas.

À minha família, principalmente ao meu pai, minha tia Alaís, minha avó e à Tânia por estarem ao meu lado sempre e, em especial à minha mãe, que sempre incentivou e apoiou todos os meus sonhos e decisões e me ensinou a ser forte, determinada e lutar sempre, embora ela não esteja mais presente fisicamente, com certeza “iluminou” a minha vida neste último ano para que eu conseguisse terminar esta etapa. Agradeço também à família Estima, em especial ao Gordo pela preocupação e por me dar força sempre.

Agradeço infinitamente à Tatiana Neves, pessoa pela qual eu tenho grande admiração, por ter disponibilizado para este trabalho todos os dados coletados com muito esforço por ela e demais integrantes do Projeto Albatroz. Agradeço também pela confiança, amizade, parceria profissional e conhecimento compartilhado nestes anos.

Ao Prof. Vooren, meu orientador, por ter aceito orientar este trabalho, pelos conhecimentos compartilhados sobre aves marinhas e oceanografia física, entre outros, pelas ótimas revisões e correções e por semear em mim a paixão pelas aves marinhas.

Ao Edu e ao Leandro, meus grandes amigos e também “orientadores” deste trabalho. Obrigada por acreditarem no meu potencial, pelas palavras de incentivo sempre, pelas bibliografias, pelas inúmeras dúvidas respondidas, pelas horas de atenção dedicadas, pelos ótimos questionamentos, correções, apoio emocional e acima de tudo pelo carinho e pela amizade.

À equipe do Projeto Tamar, por compartilhar os seus dados com esta dissertação. Agradeço em especial ao Gil, Bruno e Fernando pela atenção, auxílio em muitas questões, apoio e amizade.

Aos amigos do NEMA, minha segunda família, Alice, Jú, Naná, Kleber, Carlinha, Renato, Ana, Rodrigo, Fabrício, Mara, Lili, Kahuam, Deriem, Lú e Mel pelo aprendizado em todos estes anos, pela amizade, pelo ótimo ambiente de trabalho e por me tornarem uma pesquisadora conservacionista. À Jú e ao Léo pelo auxílio na digitação das planilhas.

À Alice, além da amizade e grande parceria no trabalho, agradeço por acreditar nos meus sonhos, sonhar junto, fazer estes sonhos se tornarem realidade e me lembrar que nós devemos sonhar sempre.

À equipe do Projeto Albatroz, Fabiano, Patrícia, Helô, Samantha, Guilherme, Roma e, em especial à Loretha pelo atendimento às minhas inúmeras solicitações de envio e conferência de dados. Eu precisaria de muitas páginas para agradecer a ti Loretha por toda a ajuda.

Ao Prof. Kinas pelas várias dúvidas esclarecidas a respeito das análises multivariadas.

Ao Tiago Gandra pelo auxílio com os mapas e cálculos no ArcGis.

Ao Martin por ter aceito participar da banca de avaliação deste trabalho, mesmo tendo que fazer vários arranjos e uma longa viagem, pelo carinho e amizade, e principalmente por inspirar a realização deste trabalho, não focando somente uma espécie. Compartilho contigo a idéia de “Todos juntos agora” na busca de soluções para o bycatch.

A todos os observadores de bordo que coletaram as informações utilizadas neste trabalho, pelo esforço muitas vezes em condições de mau tempo e mal estar físico.

Às empresas de pesca, mestres e tripulação das embarcações que levaram a bordo os observadores, em especial ao Celso, Rogério, Roni, Wesley, Jony, Juninho, Russo e Cícero pelo apoio ao nosso trabalho e pelo aprendizado proporcionado sobre a pesca com espinhel pelágico durante nossos vários encontros no Porto.

À tripulação do BP Imaipesca que me levou para realizar o sonho de conhecer a Elevação do Rio Grande, me possibilitando conhecer melhor a pescaria com espinhel pelágico, os albatrozes e petréis, a interação com as tartarugas e muito mais. Agradeço em especial ao Sandro, Deiviti, Guto, Gão, Edi e Moita pela atenção e preocupação, pela alegria no trabalho, pelo auxílio nas atividades e por dividir comigo os seus conhecimentos da pesca e principalmente suas experiências de vida. Agradeço também ao Michel, observador de bordo que foi junto nesta viagem e muito me ajudou.

Ao Sr. Pedro, a tripulação do NPq Soloncy Moura, ao Kotas e ao Fernando que possibilitaram a minha primeira experiência na pescaria com espinhel pelágico.

Aos integrantes da Rede ASO - Tortugas por todo o conhecimento compartilhado, apoio e incentivo ao trabalho no NEMA com tartarugas marinhas.

Aos colegas do laboratório de elasmobrânquios e aves marinhas e do laboratório de tartarugas e mamíferos marinhos, em especial à Juspe, Pedro, Sil, Júlia, Neco, Carmen e Santiago.

Aos meus grandes amigos, Alessandra, Maurício, Rita, Ronaldo, Sami, Lecko, Edu, Rafa, Leandro, Carol, Josi, Bruna, Paula, Rodrigo, Vanessa. Vocês são muito importantes na minha vida e o apoio de vocês também foi fundamental para a realização desta dissertação.

Aos financiadores do NEMA, Projeto Albatroz e Tamar que viabilizaram economicamente a realização dos embarques: SEAP/PR, PROBIO, RSPB/Birdlife/Save Brasil, Fundação O Boticário, Programa Petrobras Ambiental e NOAA.

Ao Programa de Pós-graduação por todo o aprendizado e à CAPES pela bolsa de mestrado.

ÍNDICE

| | Páginas |
|--|----------------|
| LISTA DE TABELAS | V |
| LISTA DE FIGURAS | IX |
| RESUMO | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUÇÃO | 3 |
| | |
| CAPÍTULO 1: Interação de albatrozes e petréis com a pescaria de espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil..... | 9 |
| 1.1. INTRODUÇÃO..... | 10 |
| 1.2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 11 |
| 1.2.1. Coleta dos dados..... | 11 |
| 1.2.2. Análise dos dados..... | 14 |
| 1.3 RESULTADOS..... | 20 |
| 1.3.1. Distribuição espacial e temporal da abundância e captura de albatrozes e petréis..... | 20 |
| 1.3.2. Efeito de variáveis ambientais e operacionais na captura de albatrozes e petréis..... | 22 |
| 1.4 DISCUSSÃO..... | 24 |
| 1.4.1. As espécies vulneráveis à captura incidental..... | 24 |
| 1.4.2. A variação da taxa de captura..... | 27 |
| 1.4.3. O impacto da captura incidental..... | 31 |
| 1.5. CONCLUSÕES..... | 33 |
| | |
| CAPÍTULO 2 Captura incidental de <i>Caretta caretta</i> e <i>Dermochelys coriacea</i> na pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil..... | 49 |
| 2.1. INTRODUÇÃO..... | 50 |
| 2.2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 51 |
| 2.2.1. Coleta dos dados..... | 51 |
| 2.2.2. Análise dos dados..... | 52 |
| 2.3. RESULTADOS..... | 55 |

| | |
|---|-----|
| 2.3.1. Espécies capturadas e taxas de captura..... | 55 |
| 2.3.2 Distribuição espacial e temporal da captura incidental de tartarugas marinhas..... | 56 |
| 2.3.2.1. <i>Caretta caretta</i> | 56 |
| 2.3.2.2. <i>Dermochelys coriacea</i> | 57 |
| 2.3.3. Efeito de variáveis ambientais e operacionais na captura das tartarugas marinhas..... | 58 |
| 2.3.3.1. <i>Caretta caretta</i> | 58 |
| 2.3.3.2. <i>Dermochelys coriacea</i> | 59 |
| 2.4. DISCUSSÃO..... | 60 |
| 2.4.1. Espécies capturadas e taxa de captura..... | 60 |
| 2.4.2. Variações na taxa de captura..... | 62 |
| 2.5. CONCLUSÕES..... | 66 |
| | |
| CAPÍTULO 3 Depredações de orcas e falsas-orcas na pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil..... | 83 |
| 3.1. INTRODUÇÃO..... | 84 |
| 3.2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 85 |
| 3.2.1. Coleta dos dados..... | 85 |
| 3.2.2. Análise dos dados..... | 87 |
| 3.3. RESULTADOS..... | 90 |
| 3.3.1. Frequência de ocorrência das depredações..... | 90 |
| 3.3.2. Distribuição espacial e temporal das depredações..... | 91 |
| 3.3.3. Influência de variáveis ambientais e operacionais nas depredações..... | 93 |
| 3.4. DISCUSSÃO..... | 94 |
| 3.4.1. Variações na taxa de depredação..... | 94 |
| 3.4.2. Seletividade da depredação..... | 98 |
| 3.4.3. Impacto das depredações..... | 98 |
| 3.5. CONCLUSÕES..... | 102 |
| RECOMENDAÇÕES GERAIS..... | 115 |
| LITERATURA CITADA..... | 117 |

LISTA DE TABELAS

| Tabelas..... | Páginas |
|--|-----------|
| Capítulo 1 | |
| <p>1.1. Frequência de ocorrência (FO e FO%), número total e médio de aves nos censos, durante os anos de 2000 a 2007. Outono (n = 192 censos), inverno (n = 233) e primavera (n = 144). O verão foi excluído desta análise porque foram amostrados apenas seis lances nesta estação.....</p> | 34 |
| <p>1.2. Esforço monitorado em número de cruzeiros, lances e anzóis, temperatura superficial do mar (TSM) média no inverno, abundância média de aves das espécies vulneráveis, número de aves capturadas e taxa de captura (TC: número de aves/1000 anzóis) anual de aves na pescaria de espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil.....</p> | 36 |
| <p>1.3. Número de aves capturadas e taxa de captura por espécie.....</p> | 36 |
| <p>1.4. Comparação nos dados agrupados de 2000 a 2007 entre a proporção da abundância das espécies de aves nos censos e a proporção da captura no espinhel.....</p> | 37 |
| <p>1.5. Porcentagem de explicação de cada componente na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis, ano, porcentagem de anzóis lançados à noite, número de aves vulneráveis no censo, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade, temperatura superficial do mar e pressão atmosférica.....</p> | 37 |
| <p>1.6. Comparação entre os valores de AIC (Akaike's Information Criterion) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa. $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ é o fator de padronização (<i>offset</i>) do número de aves capturadas no lance pelo esforço em número de anzóis no lance. (função de ligação=\log).....</p> | 38 |
| <p>1.7 Modelos que tiveram a variável número de aves vulneráveis no censo incluída com os valores do AIC (Akaike's Information Criterion) e Δ_i (diferença entre o AIC de um modelo "i" para o modelo com o menor valor de AIC). $\log(\text{esf})$ = fator de padronização do número de aves capturadas no</p> | |

| | |
|---|----|
| lance pelo esforço em número de anzóis no lance; e.ano = estação do ano; temp = temperatura superficial do mar; lat = latitude; long = longitude; f.lua = fase da lua; esf.n = porcentagem de anzóis lançados à noite; av.vul = número de aves vulneráveis, d.ven = direção do vento..... | 39 |
| 1.8. Estimativa do parâmetro, erro padrão da estimativa do parâmetro, valor da estatística do teste (z) e valor do p para o modelo selecionado. As estações do ano foram comparadas com o inverno e as fases da lua com a lua cheia. TSM significa temperatura superficial do mar em °C..... | 40 |

Capítulo 2

| | |
|--|----|
| 2.1. Esforço de monitoramento anual, em número de cruzeiros, lances e anzóis da pescaria com espinhel pelágico, número de indivíduos capturados e taxa de captura de <i>Caretta caretta</i> e de <i>Dermochelys coriacea</i> . TC significa taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis)..... | 67 |
| 2.2. Esforço monitorado em número de anzóis e de lances da pescaria com espinhel pelágico, número de indivíduos capturados e taxa de captura de <i>Caretta caretta</i> e de <i>Dermochelys coriacea</i> para cada uma das estações do ano. TC significa taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis)..... | 67 |
| 2.3. Porcentagem de explicação de cada componente na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis, ano, tempo estimado de imersão do espinhel, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade e temperatura superficial do mar..... | 68 |
| 2.4. Comparação entre os valores de Akaike's Information Criterion (AIC) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa para <i>Caretta caretta</i> . log(nº de anzóis) é o fator de padronização (<i>offset</i>) do número de tartarugas marinhas capturadas pelo número de anzóis por lance. (função de ligação=log)..... | 69 |
| 2.5. Comparação entre os valores de Akaike's Information Criterion (AIC) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa para <i>Dermochelys coriacea</i> . log(nº de anzóis) é o fator de padronização (<i>offset</i>) do número de tartarugas marinhas capturadas pelo número de anzóis por lance. (função de ligação=log)..... | 70 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6. Modelos para <i>C. caretta</i> que tiveram Δ_i inferior a dois. $\log(n^\circ$ de anzóis) = fator de padronização do número de tartarugas capturadas pelo número de anzóis por lance; lat = latitude; long = longitude; dist = distância da isóbata de 200m, em km; prof = profundidade, tsm= temperatura superficial do mar; t.isca=tipo de isca; t.anzol= tipo de anzol; tie=.tempo estimado de imersão do espinhel; e.ano= estação do ano..... | 71 |
| 2.7. Modelos para <i>Dermochelys coriacea</i> que tiveram Δ_i inferior a quatro. $\log(n^\circ$ de anzóis) = fator de padronização do número de tartarugas capturadas pelo número de anzóis por lance; lat = latitude; long = longitude; dist = distância da isóbata de 200m, em km; e.ano= estação do ano; tsm= temperatura superficial do mar..... | 72 |
| 2.8. Estimativa do parâmetro, erro padrão da estimativa do parâmetro, valor da estatística do teste (z) e valor do p para o modelo selecionado para <i>C. caretta</i> . O tipo de isca foi comparado com a categoria lulas e o tipo de anzol com o anzol “J”. JC= anzol “J” e circular; JT= anzol “J” e “tuna hook”, MI= anzol “J”, “tuna hook” e circular; TH= anzol “tuna hook”; Tie= tempo de imersão do espinhel; Dist= distância da isóbata de 200m..... | 72 |
| 2.9. Estimativa do parâmetro, erro padrão da estimativa do parâmetro, valor da estatística do teste (z) e valor do p para o modelo selecionado para <i>D. coriacea</i> . As estações do ano foram comparadas com o inverno..... | 73 |

Capítulo 3

| | |
|--|------------|
| 3.1. Número de peixes capturados e depredados por categoria e taxa de depredação. NC significa número de peixes capturados (inteiros + depredados por orca); ND: número de peixes depredados; TD: taxa de depredação..... | 103 |
| 3.2. Taxa de depredação anual de orcas e falsas-orcas aos peixes capturados na pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil. NC significa número de peixes capturados (inteiros + depredados por orca); ND: número de peixes depredados; TD: taxa de depredação..... | 103 |

| | |
|---|-----|
| 3.3. Esforço monitorado em número de anzóis e de lances, número de lances com depredação para cada uma das três estações do ano. NC significa número de peixes capturados (inteiros + depredados por orca); ND: número de peixes depredados; TD: taxa de depredação..... | 104 |
| 3.4. Porcentagem de explicação de cada componente na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis, ano, tempo estimado de imersão do espinhel, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade e temperatura superficial do mar..... | 104 |
| 3.5. Comparação entre os valores de Akaike's Information Criterion (AIC) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa. $\log(p.cap)$ = fator de padronização (<i>offset</i>) do número de atuns e espadartes depredados pelo número de atuns e espadartes capturados. (função de ligação=log)..... | 105 |
| 3.6. Modelos que tiveram Δ_i inferior a quatro. $\log(p.cap)$ = fator de padronização do número de atuns e espadartes depredados pelo número de atuns e espadartes capturados; lat = latitude; long = longitude; dist = distância da isóbata de 200m, em km; prof = profundidade..... | 106 |

LISTA DE FIGURAS

| Figuras..... | Páginas |
|---|---------|
| Capítulo 1 | |
| 1.1. Frequência de ocorrência (%) (barras verticais) e abundância média (linha) das oito espécies dominantes de Procellariiformes nos 569 censos..... | 41 |
| 1.2. Distribuição de frequência do número de aves capturadas por cruzeiro (n = 35). O número de cruzeiros sem captura foi de 35..... | 41 |
| 1.3. Distribuição de frequência do número de aves capturadas mortas por lance (n = 100). O número de lances sem captura foi de 774..... | 42 |
| 1.4. Taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) de albatrozes e petréis (barras verticais) e esforço monitorado (linha) nas três estações do ano durante os anos de 2000 e 2007. O número de lances monitorados foi de 842 lances. O verão não é apresentado porque foram monitorados apenas 38 416 anzóis..... | 42 |
| 1.5. Taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) de albatrozes e petréis (barras verticais) e esforço monitorado (linha), nos meses durante os anos de 2000 e 2007 (n = 842 lances). O verão não é apresentado porque foram monitorados apenas 38 416 anzóis..... | 43 |
| 1.6. Número médio nos censos (barras verticais) e taxa de captura (número de aves/1 000 anzóis) (linha) de <i>T. melanophris</i> nos meses do ano. Os meses de verão não são apresentados porque foram realizados apenas seis censos e não houve captura de <i>T. melanophris</i> nesse período..... | 43 |
| 1.7. Número médio nos censos (barras verticais) e taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) (linha) de <i>P. aequinoctialis</i> nos meses do ano. Os meses de verão não são apresentados porque foram realizados apenas seis censos e não houve captura de <i>P. aequinoctialis</i> nesse período..... | 44 |
| 1.8. Esforço de pesca, número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas e abundância média das espécies vulneráveis no outono de 2001 a 2007 (esforço total = 277 lances e 327 965 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o | |

| | |
|---|----|
| número de aves capturadas e a abundância média de aves. ---- significa ausência de dados..... | 45 |
| 1.9. Esforço de pesca, número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas e abundância média das espécies vulneráveis no inverno de 2001 a 2007 (esforço total = 370 lances e 413 251 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de aves capturadas e a abundância média de aves. ---- significa ausência de dados..... | 46 |
| 1.10. Esforço de pesca, número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas e abundância média das espécies vulneráveis na primavera do ano de 2000 e de 2004 a 2007 (esforço total = 189 lances e 210 075 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de aves capturadas e a abundância média de aves. ---- significa ausência de dados..... | 47 |
| 1.11. Porcentagem de lances com ao menos uma ave capturada para cada categoria de temperatura da superfície do mar. Diferenças significativas testadas contra a categoria com temperatura entre 9° e 18°C. * p<0,05 ** p<0,01 *** p<0,001..... | 48 |
| 1.12. Porcentagem de lances com ao menos uma ave capturada para cada categoria da porcentagem de anzóis lançados à noite. Diferenças significativas testadas contra a categoria com 100% dos anzóis à noite. ** p<0,01 *** p<0,001..... | 48 |

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| 2.1. Distribuição de frequência do número de indivíduos de <i>Caretta caretta</i> capturados por cruzeiro. Em cinco cruzeiros não foi observada captura desta espécie..... | 74 |
| 2.2. Distribuição de frequência do número de indivíduos de <i>Caretta caretta</i> capturados por lance. O número de lances sem captura foi de 514..... | 74 |
| 2.3. Distribuição de frequência do número de indivíduos de <i>Dermochelys coriacea</i> capturados por cruzeiro. Em onze cruzeiros não ocorreu captura desta espécie..... | 75 |

| | |
|---|-----------|
| 2.4. Distribuição de frequência do número de indivíduos de <i>Dermochelys coriacea</i> capturados por lance. Em 731 lances não ocorreu captura desta espécie..... | 75 |
| 2.5. Local de inserção do anzol nas tartarugas marinhas. <i>C. caretta</i> (n = 1001), <i>D. coriacea</i> (n = 303)..... | 76 |
| 2.6. Classes de tamanho dos indivíduos de <i>Caretta caretta</i> capturados incidentalmente na pescaria com espinhel pelágico. A biometria foi realizada em 894 animais..... | 76 |
| 2.7. Esforço de pesca, número de <i>C. caretta</i> capturadas e taxa de captura no outono de 2001 a 2007 (esforço total = 289 lances e 340 592 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de <i>C. caretta</i> capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas/ 1000 anzóis)..... | 77 |
| 2.8. Esforço de pesca, número de <i>C. caretta</i> capturadas e taxa de captura no inverno de 2001 a 2007 (esforço total = 364 lances e 404 323 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de <i>C. caretta</i> capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas/ 1000 anzóis)..... | 78 |
| 2.9. Esforço de pesca, número de <i>C. caretta</i> capturadas e taxa de captura na primavera de 2000 e de 2004 a 2007 (esforço total = 188 lances e 208 125 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de <i>C. caretta</i> capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas / 1000 anzóis)..... | 79 |
| 2.10. Esforço de pesca, número de <i>D. coriacea</i> capturadas e taxa de captura no outono de 2001 a 2007 (esforço total = 289 lances e 340 592 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de <i>D. coriacea</i> capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas / 1000 anzóis)..... | 80 |
| 2.11. Esforço de pesca, número de <i>D. coriacea</i> capturadas e taxa de captura no inverno de 2001 a 2007 (esforço total = 364 lances e 404 323 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em | |

| | |
|--|-----------|
| número de anzóis, o número de <i>D. coriacea</i> capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas / 1000 anzóis)..... | 81 |
| 2.12. Esforço de pesca, número de <i>D. coriacea</i> capturadas e taxa de captura na primavera de 2000 e de 2004 a 2007 (esforço total = 289 lances e 340 592 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de <i>D. coriacea</i> capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas / 1000 anzóis)..... | 82 |

Capítulo 3

| | |
|--|------------|
| 3.1. Distribuição de freqüência do número de peixes depredados por cruzeiro (n = 27)..... | 107 |
| 3.2. Distribuição de freqüência do número de peixes depredados por lance (n = 67)..... | 108 |
| 3.3. Distribuição de freqüência, em classes, do número total de peixes capturados por lance (n = 67)..... | 108 |
| 3.4. Relação entre o número de peixes capturados e o número de peixes depredados nos lances com depredação. A) atuns, n=33 lances; B) espadartes, n=35 lances; C) tubarões, n=15 lances..... | 109 |
| 3.5. CPUE de peixes/1000 anzóis para cada uma das quatro categorias de peixe em relação às estações do ano..... | 110 |
| 3.6. Taxa de depredação (%) para cada uma das quatro categorias de peixe em relação às estações do ano..... | 110 |
| 3.7. Esforço de pesca (esforço total = 255 lances e 301 897 anzóis), número de peixes capturados (captura total= 13 286 peixes), e número de peixes depredados (depredação= 73 peixes) no outono de 2001 a 2007. Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de peixes depredados e o número de peixes capturados..... | 111 |
| 3.8. Esforço de pesca (esforço total = 249 lances e 287 184 anzóis), número de peixes capturados (captura total= 13 108 peixes), e número de peixes depredados (depredação= 122 peixes) no inverno de 2001 a 2007. Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número | |

| | |
|--|------------|
| de anzóis, o número de peixes depredados e o número de peixes capturados..... | 112 |
| 3.9. Esforço de pesca (esforço total = 152 lances e 171 758 anzóis), número de peixes capturados (captura total= 9 663 peixes), e número de peixes depredados (depredação= 22 peixes) na primavera de 2004 a 2007. Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de peixes depredados e o número de peixes capturados..... | 113 |
| 3.10. Relação entre as variáveis: A) longitude (n= 56 lances); B) distância da isóbata de 200m (n= 56 lances) e C) profundidade (n=45 lances) com o número de atuns e espadartes depredados. São apresentados somente os lances com depredação..... | 114 |

RESUMO

Dados sobre a captura incidental de aves, tartarugas marinhas e depredações de orcas/falsas-orcas foram coletados por observadores de bordo, em respectivamente 70, 73 e 56 cruzeiros entre 2000 e 2007 na pescaria com espinhel pelágico do sudeste-sul do Brasil. Os padrões sazonais e espaciais dessas interações foram analisados. Modelos lineares generalizados foram utilizados para avaliar o efeito de variáveis ambientais, biológicas e operacionais nessas interações. Foram capturadas incidentalmente 248 aves, com taxa de captura (TC) de 0,249 aves/1000 anzóis. A maior TC foi observada no inverno (0,428 aves/1000 anzóis). O talude superior do Rio Grande do Sul é uma área crítica para as aves. *Thalassarche melanophris* e *Procellaria aequinoctialis* são as espécies mais vulneráveis à captura em espinhéis nessa região. A captura de aves é significativamente maior com o aumento da abundância de aves no lançamento e menor com o aumento no número de anzóis lançados à noite. Foram capturados 1261 indivíduos de *Caretta caretta*, com TC de 1,23 tartarugas/1000 anzóis e 356 de *Dermochelys coriacea*, com TC de 0,59. A TC de ambas as espécies foi maior no outono. A captura de *C. Caretta* aumentou com o aumento do tempo de imersão do espinhel e diminuiu com o uso de peixes como isca. O ano, a estação do ano, a latitude e a longitude foram as variáveis que melhor explicaram a captura de *D. coriacea*. A depredação de orcas/falsas-orcas foi observada em 10% dos lances e em 0,6% dos peixes capturados. Foi observada preferência por espadartes. O inverno foi a estação com maior taxa de depredação (TD) (0,9%). As maiores TD ocorreram ao sul de 30°S e a oeste de 48°W. A longitude, a distância da isóbata de 200m e a profundidade foram as variáveis que melhor explicaram as depredações. Devido às altas taxas de captura de aves e tartarugas e a interação com os cetáceos, especial atenção deve ser dada a essa pescaria visando a redução das interações.

Palavras-chave: espinhel pelágico, aves marinhas, tartarugas marinhas, cetáceos, sudeste-sul do Brasil

ABSTRACT

Data on incidental catch of seabirds and sea turtles and depredation of killer /false killer whale on pelagic longline fishery off southeastern and southern Brazil were collected by onboard observers for 70, 73, 56 trips, respectively between 2000 and 2007. The temporal and spatial patterns were analyzed. Generalized Linear Models (GLM) were applied to evaluate the effects of the environmental, operational and biological variables in these interactions. A total of 248 seabirds were observed caught, representing a capture rate of 0.249 seabirds/1000 hooks. The higher capture rate occurred in winter (0.428 seabirds/1000 hooks). The Rio Grande do Sul slope is a critical area for seabirds. *Thalassarche melanophris* and *Procellaria aequinoctialis* are the most vulnerable species to longlining in this region. The capture rate of seabirds is higher when the number of birds following the boat during setting increases and it is lower during night settings. The capture rate of sea turtles was about twice as higher for loggerheads (n=1261; capture rate of 1.23 turtles/1000 hooks) than for leatherbacks (n=356; bycatch rate of 0.59 turtles/1000 hooks). The capture rate for both species was higher in the autumn. The capture rate of loggerheads increases with soaking time and decreases when fish is used as bait. The year, season, latitude and longitude were the variables that better explain leatherback catch. The killer/false killer whale depredation was observed in 10% of sets and on 0.6% of the fish catch. A preference for swordfish was observed. Depredation rate was higher (0.9% of the catch) in winter. The higher depredation rate occurred to the south of 30°S and to the west of 48°W. The longitude, distance from the 200m isobath and water depth were the variables that better explained the depredations. Considering the high capture rate of seabirds and turtles and the interactions with cetaceans, special attention should be given to this fishery aiming at minimizing these interactions.

Keywords: pelagic longline, seabirds, sea turtles, cetaceans, southeastern-southern Brazil

INTRODUÇÃO

De acordo com Hall *et al.* (2000) a mortalidade incidental de espécies de longa vida e com baixa taxa reprodutiva é um problema de conservação que afeta mamíferos marinhos, aves marinhas, tartarugas marinhas, tubarões e outros grupos. A captura incidental na pesca é mundialmente a maior causa de mortalidade de tartarugas e aves marinhas (National Research Council 1990, Oravetz 1999, Brothers *et al.* 1999), causando o declínio de muitas espécies (Gales 1997, Lewison *et al.* 2004).

Dentre as diversas pescarias existentes o espinhel pelágico tem sido considerado mundialmente a maior ameaça relacionada à pesca para a conservação de várias espécies de Procellariiformes e tartarugas marinhas (Furness 2003, Lewison *et al.* 2004). Muitas espécies de aves são atraídas pelas iscas e descartes dos barcos de pesca. Durante o lançamento as aves tentam retirar as iscas dos anzóis dos espinhéis e conseqüentemente muitas são capturadas e morrem afogadas (Brothers *et al.* 1999b). A taxa global de captura incidental de aves marinhas em espinhéis foi estimada em torno de 0,4 aves/1000 anzóis (Robertson & Gales 1997). A pesca com espinhel e com redes de deriva reduziu a população mundial de *D. coriacea* de 115 mil fêmeas em 1982 para 34,5 mil em 1996 (Spotila *et al.* 1996).

A plataforma e o talude do sul do Brasil são uma região de alta produtividade primária (Odebrecht & Garcia 1997), devido principalmente a proximidade da Convergência Brasil-Malvinas, uma frente formada pela convergência das águas frias e relativamente doces da Corrente das Malvinas que flui em direção norte e a água quente e salina da Corrente do Brasil que flui em sentido sul ao longo do talude continental. Próximo à costa a zona da convergência é orientada paralelamente a esta e geralmente

localizada na proximidade da quebra da plataforma. O limite norte da convergência apresenta migrações sazonais, movendo-se de 40°-46°S no verão para 35°-30°S no inverno (Zavialov *et al.* 1998). A alta produtividade faz dessa região um local de reprodução, desenvolvimento e alimentação de inúmeras espécies de animais (Castello *et al.* 1998).

As águas sul brasileiras são uma importante área de forrageamento para aves marinhas adultas e imaturas que se dispersam das colônias reprodutivas durante o inverno austral (Neves & Olmos 1997). No total, 10 espécies de albatrozes (Diomedidae) e 31 de petréis (Procellaridae, Hydrobatidae e Pelecanoididae) são registradas para o Brasil (CBRO 2007).

Além das aves marinhas, as tartarugas marinhas, principalmente das espécies *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea* também utilizam o litoral sul do Brasil como área de alimentação e desenvolvimento (Bugoni *et al.* 2003).

Nessa região a atividade pesqueira é intensa e composta por diversas frotas (CEPERG 2003). Entre as artes pesqueiras utilizadas está o espinhel pelágico, direcionado à captura de atuns, *Thunnus* spp., espadarte, *Xiphias gladius* e tubarões. Dados recentes indicam que a frota brasileira de espinhel pelágico durante o outono, o inverno e o início da primavera concentra-se no sul do Brasil (Travassos & Hazin 2003, Mayer & Andrade 2005).

Taxas de captura elevada de tartarugas e aves marinhas têm sido registradas nesta pescaria (Vaske Jr 1991, Kotas *et al.* 2004, Pinedo e Polacheck 2004). Todas as espécies de tartarugas marinhas e várias espécies de Procellariformes que ocorrem no Brasil estão ameaçadas de extinção (IUCN 2007).

Além da captura incidental de aves e tartarugas marinhas a pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil interage com cetáceos.

Interações entre mamíferos marinhos e pescarias ocorrem em muitas áreas ao redor do mundo (Northridge 1991). Para os pescadores as interações podem resultar em danos no equipamento de pesca e uma redução da captura, ambos pela retirada do peixe capturado ou competição pelo mesmo recurso. Para os mamíferos marinhos, a competição e a mortalidade incidental podem levar a redução das populações (Perrin *et al.* 1994).

As interações entre orcas e espinhéis têm sido mundialmente bem documentadas (Yano & Dahlheim 1995, Secchi & Vaske Jr 1998, Visser 2000). Em alguns estudos existe o registro de níveis elevados de depredação (Ashford *et al.* 1996). No sul do Brasil as orcas, *Orcinus orca* são comumente encontradas próximas a embarcações de espinhel, onde os ataques sobre atuns e principalmente espadartes são intensos (Secchi & Vaske Jr 1998) e eventualmente o mesmo comportamento é observado para falsas-orcas, *Pseudorca crassidens* (Dalla-Rosa 1995).

Variáveis ambientais, biológicas e operacionais da pescaria de espinhel pelágico também podem influenciar a captura de aves e tartarugas marinhas e a interação das orcas. Porém não existem estudos no Brasil relacionando a influência dessas variáveis às interações com aves, tartarugas ou mamíferos.

Klaer & Polacheck (1998) observaram que condições ambientais podem afetar a captura de aves marinhas por influenciar a abundância das aves ao redor das embarcações pesqueiras. Pradhan & Leung (2006) e Watson *et al.* (2005) observaram a influência de variáveis ambientais e operacionais, como temperatura superficial do mar, área geográfica, estação do ano, tipo de isca e tipo de anzol na captura de tartarugas

marinhas. Para as aves marinhas existem diversos estudos sobre a influência de variáveis ambientais na captura dessas espécies (Brothers *et al.* 1999a, Weimerskirch *et al.* 2000, Reid & Sullivan 2004, Laich *et al.* 2006, Laich & Favero 2007).

Pelo fato de que os mesmos espinhéis que afetam as aves marinhas, afetam as tartarugas marinhas, as orcas, e o meio ambiente como um todo, além dessas interações não serem positivas para os pescadores, conhecer os padrões como estes fenômenos ocorrem e quais os fatores que influenciam a captura incidental destas espécies e a interação das orcas/falsas-orcas no Brasil é importante para subsidiar estratégias de conservação, a fim de minimizar a mortalidade destas espécies e garantir o equilíbrio ambiental.

OBJETIVO GERAL

Determinar a distribuição espacial e temporal da captura incidental de aves e tartarugas marinhas e da interação de orcas/falsas-orcas na pescaria com espinhel pelágico, e identificar os fatores biológicos, ambientais e/ou operacionais que determinam essas interações, no sul e sudeste do Brasil.

HIPÓTESES

1. Existem diferenças temporais e espaciais nas taxas de captura incidental de aves e tartarugas marinhas e nas taxas de depredação por orcas/falsas-orcas ao largo das regiões sudeste e sul do Brasil.

2. As taxas de captura incidental de aves e de tartarugas e a intensidade da interação com orcas/falsas-orcas é influenciada pelas variáveis listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Variáveis que provavelmente influenciam à captura incidental de aves e tartarugas marinhas e a intensidade da interação de orcas/falsas-orcas na pescaria com espinhel pelágico.

| Variáveis | aves | tartarugas | orcas/falsas-orcas |
|---|-------------|-------------------|---------------------------|
| Ano | X | X | X |
| Estação do ano | X | X | X |
| Posição geográfica | X | X | X |
| Abundância de aves durante o lançamento do espinhel | X | | |
| Distância da isóbata de 200m | X | X | X |
| Tipo de isca | X | X | |
| Número de anzóis no espinhel (esforço de pesca) | X | X | X |
| Tipo de anzol | X | X | |
| Horário de lançamento do espinhel | X | | |
| Tempo estimado de imersão do espinhel | | X | X |
| Fase da lua | X | | X |
| Número de peixes capturados | | | X |
| Profundidade de pesca | X | X | X |
| Temperatura superficial do mar | X | X | X |
| Condições meteorológicas e estado do mar | X | X | X |

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar a distribuição espacial e temporal das capturas incidentais de aves e tartarugas na pescaria de espinhel pelágico no sul e sudeste do Brasil;
2. Determinar como as variáveis listadas na Tabela 1 influenciam a captura incidental de aves e tartarugas marinhas na pescaria de espinhel pelágico no sul e sudeste do Brasil;
3. Determinar a distribuição espacial e temporal das interações de *Orcinus orca* e de *Pseudorca crassidens* com a pescaria;
4. Determinar como as variáveis listadas na Tabela 1 influenciam a interação de *Orcinus orca* e *Pseudorca crassidens* com a pescaria.

CAPÍTULO 1

**Interação de albatrozes e petréis com a pescaria de espinhel pelágico
no sudeste-sul do Brasil**

1.1. INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas a pesca com espinhel tem sido amplamente reconhecida como a principal responsável pelo declínio acentuado das populações de várias espécies de albatrozes, como o albatroz-errante *Diomedea exulans* e o albatroz-de-sobrancelha-negra *Thalassarche melanophris*, e de petréis, como a pardela-preta *Procellaria aequinoctialis* (Brothers 1991; Croxall *et al.* 1997; Nel *et al.* 2002).

A alta produtividade do sul do Brasil faz dessa região a principal área de atuação da frota de espinhel pelágico sediada nos portos do sudeste-sul do Brasil no outono e no inverno (Mayer & Andrade 2005). De acordo com Neves *et al.* (2006a) a distribuição do esforço de pesca da frota nacional do Sul e Sudeste do Brasil parece ser, entre todas as pescarias, a que mais se assemelha à distribuição das aves marinhas, por isto esta pescaria é considerada a que oferece maiores riscos de captura incidental de aves marinhas.

Até o presente, seis espécies de albatrozes (albatroz-errante, albatroz-de-tristão *Diomedea dabbenea*, albatroz-real-do-norte *Diomedea sanfordi*, albatroz-real-do-sul *Diomedea epomophora*, albatroz-de-sobrancelha-negra e albatroz-de-nariz-amarelo-do-atlântico *Thalassarche chlororhynchos*) e quatro espécies de petréis (pardela-preta, pardela-de-óculos *Procellaria conspicillata*, petrel-prateado *Fulmarus glacialis* e pardela-de-sobre-branco *Puffinus gravis*) foram capturadas na pesca com espinhel pelágico no Brasil (Vaske-Jr. 1991; Neves & Olmos 1997; Olmos *et al.* 2001; Carlos *et al.* 2004; Neves *et al.* 2007). Com exceção do petrel-prateado e da pardela-de-sobre-branco as demais espécies estão ameaçadas de extinção (IUCN 2007).

De acordo com Melvin *et al.* (2001) a captura incidental de aves marinhas é altamente influenciada pelo tipo de equipamento de pesca usado, pela composição de

espécies presentes na área de pesca, fatores temporais (ano, estação do ano, período do dia, fase da lua), fatores espaciais (distribuição do esforço de pesca e sobreposição deste com a distribuição das aves marinhas) e fatores ambientais (correntes marinhas, vento, pressão atmosférica).

Jiménez (2005), em um estudo na frota de espinhel pelágico do Uruguai que opera no Atlântico Sudoeste verificou aumento da captura de albatrozes e petréis dentro de águas uruguaias no talude entre maio e novembro, coincidindo com os domínios da convergência subtropical. Taxas de captura elevadas também ocorreram em lançamentos diurnos com menor nebulosidade e em lançamentos noturnos nas fases da lua cheia e crescente.

Análises multivariadas, principalmente modelos de regressão logística vem sendo utilizados para estudar a relação entre a captura das aves e mudanças nas variáveis ambientais, táticas de pesca e uso de medidas mitigadoras (Brothers *et al.* 1999a; Weimerskirch *et al.* 2000; Reid & Sullivan 2004; Laich *et al.* 2006; Laich & Favero 2007).

O presente estudo tem como objetivo determinar a distribuição espacial e temporal da captura incidental de aves marinhas e identificar quais os fatores ambientais, biológicos e operacionais que determinam essa captura.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Coleta dos dados

Os dados foram coletados por observadores de bordo capacitados pelas equipes do Projeto Albatroz, NEMA, Projeto TAMAR e por pesquisadores de outras instituições,

durante 70 cruzeiros da pescaria de espinhel pelágico entre novembro de 2000 e dezembro de 2007, na zona econômica exclusiva das regiões sudeste e sul do Brasil e em águas internacionais adjacentes, entre 22°S a 39°S e 27°W a 53°W.

Essa pescaria é realizada pelas frotas espinheleiras nacionais e arrendadas baseadas nos portos das regiões Sul e Sudeste (Santos – SP, Itajaí – SC e Rio Grande – RS). Em média, os barcos que utilizam esse petrecho permanecem de 20 a 25 dias em alto-mar, com capacidade de armazenamento de, em média, 20 toneladas de peixes. A linha madre tem cerca de 80km de extensão e suas linhas secundárias variam de 10 a 12m. Em cada lançamento de espinhel, que dura de 4 a 5h, são utilizados em média de 1000 a 1200 anzóis, e posteriormente o aparelho permanece à deriva por volta de 6 horas, com os anzóis atingindo profundidades entre 45 e 80m (Neves *et al.* 2006a).

Durante esses cruzeiros foram coletados dados abióticos e dados referentes à abundância e captura incidental de aves marinhas. No contexto deste trabalho o termo abundância é utilizado em referência ao número de aves presentes nos censos.

Os dados abióticos foram coletados no início e no final do lançamento e do recolhimento do espinhel: data, horário, posição geográfica (com GPS), pressão atmosférica (com barômetro), temperatura superficial do mar, estado do mar (escala Beaufort), direção do vento, nebulosidade (a partir da porcentagem de cobertura do céu, dividido em oito partes) e profundidade (com a ecossonda do barco ou com a carta náutica). Também foi registrado o tipo de isca (lula, sardinha, cavalinha ou outras espécies de peixes), número de anzóis lançados e tipo de anzol utilizado.

Para cada lance de pesca, as três variáveis, porcentagem de anzóis lançados à noite, distância da isóbata de 200m e fase da lua foram obtidas posteriormente à realização dos embarques. A fase da lua, de acordo com a data de cada lance de pesca foi obtida do

site do Departamento de Aplicações Astronômicas do Observatório Naval dos Estados Unidos: <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/MoonPhase.php>. Para a análise das fases da lua foram utilizados somente os lances que tiveram mais de 50% dos anzóis lançados à noite. Foi determinado como noite o período compreendido entre o crepúsculo náutico vespertino e matutino. O horário do crepúsculo foi obtido no site do almanaque náutico: www.tecepe.com.br/nav/almanaq.html-ssi.

A distância do ponto médio do recolhimento do espinhel até a isóbata de 200m, em km foi calculada no software ArcGis versão 9.2. A porcentagem de anzóis lançados à noite foi calculada utilizando o horário de início e fim do lançamento, o número total de anzóis lançados e o horário do crepúsculo náutico.

Em cada dia de pesca com espinhel foram realizados censos do número de aves de cada espécie ao entardecer e foi registrado o número de aves capturadas de cada espécie. Neste trabalho ave capturada significa ave que morreu após ser capturada durante o lançamento do espinhel e foi colocada a bordo durante o recolhimento. As capturas de aves que ocorreram durante o recolhimento não são apresentadas.

O censo do número de aves ao redor da embarcação foi realizado através de cinco contagens em intervalos de 15 minutos. As aves foram contadas com uso de binóculos 12x50. O censo iniciava-se uma hora antes do pôr-do-sol. O horário do pôr-do-sol foi determinado segundo o Almanaque Náutico (2006), de acordo com a data e a latitude dos lances. Esse método vem sendo adotado pelo Projeto Albatroz porque a maioria dos anzóis é lançada durante a noite, o que dificulta a contagem das aves. O número assim determinado é a estimativa do número de aves ao redor da embarcação durante o lançamento do espinhel, período com maior probabilidade de captura de aves.

Devido à dificuldade de diferenciar no mar o albatroz-errante, *Diomedea exulans* do albatroz-de-tristão, *Diomedea dabbenena* (Onley & Scofield 2007), a frequência de ocorrência e a abundância dessas espécies são apresentadas em conjunto como *Diomedea exulans/dabbenena*. *Diomedea* sp. corresponde a indivíduos do gênero *Diomedea* não identificados. Em cada contagem foi determinado o número de aves por espécie. As espécies de aves foram identificadas segundo Harrison (1987), mas considerando a taxonomia utilizada por Gales (1997).

1.2.2. Análise dos dados

As estações do ano representadas nos dados foram outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro). Em cada censo, uma espécie de ave foi classificada como presente quando ela foi registrada em pelo menos uma das cinco contagens do censo. A frequência de ocorrência de uma espécie na estação do ano refere-se à ocorrência da espécie nos censos realizados na estação do ano.

A abundância de cada uma das espécies de aves é apresentada como número total de indivíduos da espécie (abundância) e número médio na estação do ano (abundância média). O número total de indivíduos da espécie é o somatório dos números nos censos na estação do ano. Para essas análises foi utilizado o número máximo de indivíduos da espécie nas cinco contagens realizadas no censo. O número médio da espécie na estação do ano é o número total da espécie na estação dividido pelo número de censos na estação.

Neste trabalho em todas as análises que relacionam abundância de aves com o número de aves capturadas, são utilizadas apenas as espécies de aves vulneráveis à

captura no espinhel. Foram consideradas espécies vulneráveis à captura na pescaria com espinhel pelágico as espécies e gêneros que foram capturadas no presente estudo, *Thalassarche melanophris*, *Thalassarche chlororhynchos*, *Thalassarche* sp., *Procellaria aequinoctialis*, *Procellaria conspicillata*, *Diomedea* sp., *Procellaria* sp., e outras espécies com registro de captura para o Atlântico Sudoeste, *Diomedea exulans*, *Diomedea dabbenena*, *Diomedea epomophora*, *Diomedea sanfordi*, e *Puffinus gravis* (Jiménez & Domingo 2007).

Para cada uma das três estações do ano, os lances de pesca foram plotados em mapas com o Programa ArcGis versão 9.2 e a área monitorada foi dividida em quadrantes de 2,5° x 2,5°. Para cada quadrante foi calculado o esforço monitorado em número de anzóis, o número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas, a taxa de captura para todas as espécies agrupadas (número de aves/1000 anzóis) e o número médio de aves das espécies vulneráveis à captura nos censos. A captura e o esforço no quadrante se referem ao somatório do esforço e captura dos lances de pesca no quadrante e a média do número de aves nos censos no quadrante. Os quadrantes em branco não foram monitorados em nenhuma estação do ano e os quadrantes com zeros indicam que naquela estação do ano não houve esforço, mas em outra estação foi monitorado esforço de pesca naquele quadrante.

Para testar a hipótese de que o número de aves capturadas é afetado por variáveis ambientais, biológicas e operacionais do lance de pesca duas análises multivariadas foram utilizadas, a Análise de Componentes Principais (PCA) (Johnson & Wichern 1992) e Modelos Lineares Generalizados (GLM) (McCullagh & Nelder 1989).

A PCA foi realizada com o objetivo de estudar a estrutura de variância e covariância das variáveis a fim de verificar a possibilidade de reduzir o número de variáveis

utilizadas nos GLM's e também para identificar a existência de correlação entre as variáveis. A PCA foi realizada com as nove variáveis contínuas ano, porcentagem de anzóis lançados à noite, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade, temperatura superficial do mar, pressão atmosférica e número de aves das espécies vulneráveis à captura no censo.

Para modelar o número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas (Y) como uma função de treze variáveis explicativas (ano, estação do ano, distância da isóbata de 200m, latitude, longitude, temperatura superficial do mar, estado do mar, nebulosidade, fase da lua, direção do vento, pressão atmosférica, porcentagem de anzóis à noite e número de aves vulneráveis no censo) foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM) com duas distribuições de probabilidade examinadas, a Poisson e a Binomial Negativa, a fim de verificar qual distribuição se ajusta melhor aos dados (McCullagh & Nelder 1989), de acordo com as fórmulas apresentadas abaixo:

$Y_i \sim \text{Poisson} (\lambda_i = \mu_i / f_i, \theta = 1)$ ou $Y_i \sim \text{Binomial Negativa} (\lambda_i, \theta)$, onde:

Y_i : é o número de aves capturadas no lance i

λ_i : é o número médio de aves capturadas por unidade de esforço no lance i

μ_i : é o número médio de aves capturadas por anzol no lance i

f_i : é o número de anzóis no lance i

θ : é o parâmetro de sobre-dispersão, sendo que na distribuição de Poisson $\theta = 1$ por definição e na distribuição Binomial Negativa este parâmetro é estimado.

Fórmula Geral do GLM: $\log(\mu_i) = \log(f_i) + \beta_0 + \beta_1\chi_{1i} + \beta_2\chi_{2i} + \dots + \beta_n\chi_{ni}$, onde:

$\log(\mu_i)$ = função de ligação do modelo: logaritmo do número médio de aves capturadas por anzol no lance i

$\log(f_i)$ = *offset*: logaritmo do número de anzóis no lance i

$\beta_0 + \beta_1\chi_{1i} + \beta_2\chi_{2i} + \dots + \beta_n\chi_{ni}$ = modelo linear

β_0 : coeficiente estimado do número de aves capturadas

β_1 : coeficiente estimado para a variável 1

χ_{1i} : valor da variável 1 no lance i

O número de anzóis em cada lance de pesca foi utilizado como fator de padronização do número de aves capturadas (*offset*) no GLM.

As variáveis: ano, distância da isóbata de 200m, latitude, longitude, temperatura superficial do mar, pressão atmosférica, porcentagem de anzóis lançados à noite e número de aves vulneráveis no censo, são variáveis contínuas e seus valores foram inseridos no modelo. As demais variáveis são categóricas e foram inseridas com os respectivos níveis no modelo. Estação do ano com três níveis (outono, inverno e primavera), estado do mar com quatro níveis: parado (entre 0 e 1), calmo (1,5 – 2), pouco turbulento (2,5 – 3,5) e turbulento (4 - 6), nebulosidade com três níveis: céu limpo (0 – 2,5), parcialmente encoberto (3 – 3,5) e encoberto (6 - 8), fase da lua com quatro níveis (cheia, minguante, nova e crescente) e direção do vento com oito níveis (norte, nordeste, leste, sudeste, sul, sudoeste, oeste e noroeste). A variável profundidade não foi inserida no GLM porque esta informação não foi coletada em muitos lances.

Os lances nos quais foram utilizadas medidas para redução da captura de aves como toriline ou iscas tingidas de azul foram excluídos dos modelos. Os lances com o uso do toriline (126 lances) foram excluídos porque na maioria destes, esse dispositivo foi utilizado durante somente uma parte do lançamento. A exclusão dos 25 lances com isca azul foi em decorrência do número reduzido. Os 18 lances realizados no ano de 2000 e os 32 lances de verão (janeiro, fevereiro e março) também foram excluídos das análises devido ao número reduzido de amostragens nesses períodos.

Dos 874 lances amostrados 434 lances foram utilizados nos modelos antes da incorporação do número de aves das espécies vulneráveis nos censos. Esta redução ocorreu pela falta de informação de alguma variável em muitos lances.

Como as variáveis abióticas foram coletadas no início e fim do lançamento e do recolhimento foi, para algumas das variáveis utilizado o valor médio. Para a temperatura superficial do mar foram utilizadas as médias do início e fim do lançamento e do recolhimento. Para as variáveis, estado do mar, pressão atmosférica e nebulosidade foram calculadas as médias do início e fim do lançamento, e para a profundidade e a posição geográfica foram calculadas as médias do início e fim do recolhimento. Para a direção do vento foram utilizados os dados coletados no início do lançamento.

Para selecionar empiricamente o melhor modelo foi utilizado como critério de escolha os menores valores de Akaike's Information Criterion AIC (Burnham & Anderson, 2002).

Também foi utilizado como critério de escolha do modelo o valor do Δ_i , que é a diferença entre o valor do AIC de um modelo " i " para o modelo com o menor valor de AIC, então $\Delta_i = AIC_i - AIC_{\min}$

Burnham & Anderson (2002) consideram diferentes níveis de suporte empírico para escolha do modelo, a partir da análise do Δ_i :

$\Delta_i = 0 - 2$ é considerado importante, $\Delta_i = 4 - 7$ menos importante e acima de 10 sem importância. Os modelos com os menores valores de AIC são os modelos que melhor se ajustaram aos dados.

Inicialmente foi gerado um modelo para cada uma das variáveis e os resultados foram analisados quanto ao nível de significância e o valor do AIC. Posteriormente, as variáveis significativas e com os menores valores de AIC foram combinadas com uma ou mais variáveis simultaneamente. Os valores do AIC destes modelos foram comparados e aos modelos com Δ_i menor ou igual a sete foi incluída a variável contínua número de aves vulneráveis no censo. Os valores do Δ_i desses novos modelos também foram comparados para a seleção do melhor modelo. O número de aves vulneráveis no censo só foi incluído posteriormente porque em muitos lances esta informação não foi coletada o que levaria a perda de mais informação nas análises.

Para verificar a existência de diferenças significativas na taxa de captura de aves entre os anos, estações, e meses foi utilizado o teste de χ^2 (Zar 1999). Para comparar a proporção de lances com captura de aves entre quatro categorias de temperatura superficial do mar, e entre três categorias de porcentagem de anzóis lançados à noite foi utilizado o teste estatístico de diferença entre duas proporções (Zar 1999).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 2.6.0 (R. Development Core Team, 2007) e o programa Statistica for Windows versão 6.0.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. Distribuição espacial e temporal da abundância e captura de albatrozes e petréis

No total dos censos foram registradas 27 categorias taxonômicas, das quais 19 no nível de espécie (Tab. 1.1). As 19 espécies eram Procellariformes (5 albatrozes e 14 petréis). Das demais oito categorias, seis eram gêneros de Procellariformes (dois albatrozes e quatro petréis).

Nos censos agrupados os dois albatrozes *Thalassarche chlororhynchos* e *T. melanophris*, e os quatro petréis *Procellaria conspicillata*, *P. aequinoctialis*, *Daption capense* e *Puffinus gravis* ocorreram com frequência de 40 a 80% (Fig. 1.1). *Procellaria conspicillata*, *P. aequinoctialis*, *D. capense* e *T. melanophris* foram as quatro espécies mais abundantes (Fig. 1.1).

Thalassarche melanophris, *P. aequinoctialis*, *D. capense*, *Fulmarus glacialisoides*, *Oceanites oceanicus*, *Macronectes giganteus* e *M. halli* foram mais frequentes e abundantes no inverno. *Thalassarche chlororhynchos*, *P. conspicillata* e *P. gravis* foram frequentes e abundantes nas três estações do ano amostradas. As espécies do gênero *Diomedea* ocorreram no inverno e na primavera. *Pterodroma incerta* era comum no outono e no inverno, com maior número no outono (Tab. 1.1).

Durante os oito anos monitorados foram capturados 248 indivíduos de seis táxons de Procellariformes (Tab. 1.3) Todos os indivíduos foram capturados durante o lançamento do espinhel. A taxa de captura foi de 0,249 aves/1000 anzóis (Tab. 1.2). A captura das aves ocorreu em 50% dos cruzeiros e em 11,4% dos lances. A captura de *T. melanophris* ocorreu em 67 lances e a captura de *P. aequinoctialis* em 30 lances. Os

maiores números capturados foram de 40 aves em um único cruzeiro, em julho de 2007 e 24 aves em um único lance desse cruzeiro. Entretanto, em 48,6% dos cruzeiros e 82% dos lances a captura total de aves foi de um a três indivíduos (Fig. 1.2 e 1.3).

O ano de 2007 foi o ano com a maior taxa de captura (0,430 aves/1000 anzóis), seguido de 2006 (0,294) e 2002 (0,197) (Tab. 1.2). Nos outros anos o valor observado do número de aves capturadas foi no mínimo a metade do esperado ($\chi^2= 112,29$; gl=7; $p<0,00001$). O inverno foi significativamente a estação do ano com a maior taxa de captura (0,428 aves/1000 anzóis) ($\chi^2= 86,06$; gl=2; $p<0,00001$) (Fig. 1.4). Foi observada diferença significativa entre a taxa de captura mensal ($\chi^2= 153,06$; gl=8; $p<0,00001$). O mês de setembro foi o que apresentou a maior taxa de captura (0,785) (Fig. 1.5). Nos meses de abril, junho, novembro e dezembro o número de aves capturadas foi no mínimo a metade do esperado.

Das seis categorias taxonômicas capturadas *Thalassarche melanophris* representou 59,3% da captura total de aves, embora tenha sido a quarta espécie mais abundante no inverno (Tab. 1.4). *Procellaria aequinoctialis* foi a segunda espécie mais capturada, com 25% do total e a segunda espécie mais abundante. *Procellaria conspicillata* foi a espécie mais abundante (29,5%), mas representou apenas 3,2% das aves capturadas (Tab. 1.4).

Foi observada correlação positiva entre a abundância e a taxa de captura para *T. melanophris* (Spearman, $r=0,736$, $p=0,02$) e *P. aequinoctialis* (Spearman, $r=0,834$, $p=0,005$). *Thalassarche melanophris* e *P. aequinoctialis* foram mais abundantes nos meses de julho a setembro e as maiores taxas de captura foram também observadas nesses meses (Fig. 1.6 e 1.7).

No outono e no inverno as capturas de aves foram concentradas próximas à quebra da plataforma continental, entre as latitudes de 27° e 37°S (Fig. 1.8 e 1.9). Na primavera as capturas de aves ocorreram somente ao sul de 32°S, próximo à quebra da plataforma e na região oceânica ao sul da Elevação do Rio Grande (Fig. 1.10). Nos quadrantes com maior taxa de captura de aves no inverno em comparação com o outono, a abundância média de aves também foi superior no inverno.

1.3.2. Efeito de variáveis ambientais e operacionais na captura de albatrozes e petréis

Das nove variáveis contínuas utilizadas na análise de componentes principais, somente a profundidade não foi incluída no GLM, por causa da ausência dessa informação em muitos lances, as demais oito variáveis foram inseridas nos modelos porque cada componente principal explicou uma porcentagem pequena da estrutura de variância e covariância entre as variáveis (Tab. 1.5).

Nos modelos com uma única variável explicativa a distribuição Binomial Negativa se ajustou melhor aos dados, apresentando reduções de 50% no valor do AIC em relação aos modelos com distribuição de Poisson (Tab. 1.6). Desta forma para os modelos combinando duas ou mais variáveis foi utilizada somente a distribuição Binomial Negativa.

Das doze variáveis analisadas individualmente, foram variáveis significativas em relação ao número médio de aves capturadas: ano, estação do ano, latitude, longitude, temperatura superficial do mar, distância da isóbata de 200m e estado do mar. Essas variáveis foram combinadas entre si com várias configurações, gerando 72 modelos. O AIC destes modelos foi comparado e aos que apresentaram diferenças de até sete no

valor do Δ_i em relação ao modelo com menor valor de AIC foi acrescentado a variável número de aves vulneráveis nos censos gerando mais nove modelos. Os valores do Δ_i desses modelos foram comparados e o modelo com o menor valor de AIC foi selecionado (Tab. 1.7).

As variáveis, ano, estação do ano, temperatura superficial do mar, latitude, fase da lua, número de aves vulneráveis e porcentagem de anzóis lançados à noite foram as variáveis que em conjunto melhor explicaram mudanças no número de aves capturadas (Tab. 1.8).

A partir da análise das estimativas dos parâmetros do modelo selecionado foi constatado que o número médio de aves capturadas foi maior em anos mais recentes ($\beta=6,61e-01$, $\sigma = 1,78e-01$, $p = 0,0002$) e que na primavera o número médio de aves capturadas é significativamente menor do que no inverno ($\beta= -2,23e+00$, $\sigma = 7,54e-01$, $p = 0,003$) (Tab. 1.8). Foi observado que quanto maior o número de aves das espécies vulneráveis nos censos maior o número médio de aves capturadas ($\beta=2,58e-02$, $\sigma = 8,04e-03$, $p = 0,001$).

Também foi constatado que aumentos na temperatura superficial do mar, na porcentagem de anzóis lançados à noite e na latitude diminuem significativamente o número médio de aves capturadas (Tab. 1.8). A observação de que o aumento da latitude diminui a captura de aves não corresponde ao observado nos mapas de distribuição espacial da captura por quadrantes.

Com temperatura superficial do mar superior a 23 °C o número de lances com captura de aves foi significativamente menor em comparação com lances com temperatura entre 9° e 18 °C ($p=0,0001$) (Fig. 1.11).

Para *T. melanophris* foi observada redução significativa no número de lances com captura dessa espécie quando 100% dos anzóis foram lançados à noite ($p=0,003$), mas é importante destacar que 15% dos 67 lances com captura de *T. melanophris* tiveram 100% dos anzóis lançados à noite. Para *P. aequinoctialis* essa redução não foi observada. (Fig. 1.12). Em 37% dos 30 lances com captura dessa espécie o lançamento ocorreu à noite.

1.4. DISCUSSÃO

1.4.1. As espécies vulneráveis à captura incidental

Foi observado que algumas espécies são mais vulneráveis à captura na pescaria com espinhel pelágico. *Thalassarche melanophris* foi capturado em proporção maior do que o número presente, enquanto seu congênere *T. chlororhynchos* representou apenas 5,2% das aves capturadas. Para *P. aequinoctialis* e *P. conspicillata* também foi verificado padrão semelhante, com *P. conspicillata* representando 29,5% das aves no lançamento do espinhel e 3,2% da captura (Tab. 1.4). Dois fatores podem estar influenciando nestas diferenças na proporção das aves capturadas, o poder competitivo das espécies devido ao tamanho corporal, e a idade das aves.

Warham (1996) afirma que interferências entre petréis e outras aves são óbvias quando muitos forrageiam sobre recursos alimentares restritos e localizados e uma hierarquia é estabelecida onde as espécies maiores dominam as outras. Das espécies abundantes *T.melanophris* é a maior e por isto com maior poder de competição com

espécies menores como as do gênero *Procellaria*. Entretanto, esta espécie não é aparentemente mais competitiva do que *T. chlororhynchos*. A diferença na proporção de captura destas duas espécies pode estar relacionada com a idade. Bugoni (2008) a partir da análise do padrão de coloração do bico e muda de indivíduos que estavam alimentando-se de vísceras de peixes descartadas por embarcações de espinhel pelágico no sul do Brasil e foram capturados utilizando tarrafas de pesca e posteriormente liberados verificou que 76% dos *T. melanophris* eram indivíduos com menos de um ano de idade e 59% dos *T. chlororhynchos* eram adultos.

A baixa proporção de captura de *P. conspicillata* pode também estar relacionada com a idade. Bugoni (2008) analisando dados de muda de plumagem observou que todos os 64 indivíduos de *P. conspicillata* capturados eram imaturos ou adultos, nenhum indivíduo juvenil foi registrado, entretanto a maioria das *P. aequinoctialis* eram indivíduos com menos de um ano de idade. Contudo, a influência da competição intra e inter-específica não deve ser descartada, pois na maioria dos lances com captura de *P. conspicillata* o número de indivíduos foi maior do que o número médio e, a abundância das duas espécies mais capturadas, *P. aequinoctialis* e *T. melanophris* foi inferior ao número médio destas espécies.

Weimerskirch *et al.* (2000) também observaram que algumas espécies foram mais suscetíveis à captura independentemente da abundância. No estudo destes autores *P. aequinoctialis* foi a espécie mais capturada embora representasse metade das aves presentes, enquanto petréis-gigantes foram uma das espécies mais abundantes e nenhum foi capturado. De acordo com Weimerskirch *et al.* (2000) as interações entre as aves marinhas e os barcos de pesca são complexas e provavelmente dependem também da ecologia e comportamento das diferentes espécies, bem como das condições locais e da

experiência das aves. Ashford *et al.* (1995) observaram aves tentando roubar iscas que haviam sido trazidas à superfície por outras aves, frequentemente enquanto as iscas ainda estavam presas aos anzóis.

Puffinus gravis foi a espécie mais capturada em espinhéis de fundo no Brasil (Olmos *et al.* 2001). Na pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul existe apenas um registro de captura desta espécie (Neves *et al.* 2001). Entretanto, há registros de capturas elevadas desta espécie por embarcações chinesas da frota arrendada de espinhel pelágico (Neves *et al.* 2007). Estas diferenças na captura de *P. gravis* podem estar relacionadas com características operacionais das pescarias, como o tamanho do anzol utilizado. No espinhel de fundo são utilizados geralmente anzóis circulares do tipo “Mustad Circle” 13/0 (Neves *et al.* 2006a) e as embarcações chinesas utilizam anzóis do tipo “tuna hook” (Coluchi *et al.* 2005). Estes anzóis são menores que os anzóis J 9/0 tradicionalmente utilizados pela frota que pesca com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil. Moreno *et al.* (1996) relataram taxa de captura de aves significativamente maior quando foram utilizados anzóis menores na pescaria com espinhel de fundo próximo à Antártida. *Puffinus gravis* também é uma das espécies mais capturadas no sul do Brasil em pescarias de linha-de-mão onde o anzol utilizado é menor (Bugoni *et al.* 2008).

Embora a proporção de captura de *P. conspicillata* seja pequena comparada com a ocorrência e a taxa de captura seja menor do que a das outras espécies capturadas, o impacto da captura incidental nesta pescaria para *P. conspicillata* é grande porque a população é pequena e restrita a um único local de reprodução. A estimativa é que existe entre 10 000 e 25 000 pares reprodutivos na Ilha Inacessível, no Arquipélago de Tristão da Cunha (Ryan *et al.* 2006).

Para as outras espécies capturadas o impacto também é grande, pois todas são ameaçadas de extinção (IUCN 2007). *Thalassarche melanophris* e *P. aequinoctialis* são as espécies mais impactadas pelas pescarias com espinhel no Atlântico Sul Ocidental (Bugoni *et al. in press*).

1.4.2. A variação da taxa de captura

A taxa de captura de aves foi significativamente maior no inverno em comparação com o outono e a primavera, relacionado ao maior número de aves presentes naquela estação. Quanto maior o número de aves presentes no lançamento do espinhel maior a captura de aves. De acordo com Gilman *et al.* (2005), de todos os fatores que podem influenciar o número de aves capturadas no espinhel, a abundância de aves pode ser um dos mais importantes.

As espécies de albatrozes e petréis registradas neste estudo são migrantes do sul provenientes de colônias reprodutivas localizadas no Arquipélago de Tristão da Cunha, Ilhas Falkland/Malvinas, região Antártica e Sub-Antártica e Nova Zelândia, com exceção de *Calonectris diomedea* e *Puffinus puffinus* que são migrantes do norte (Neves *et al.* 2006a). Estudos detalhados sobre a distribuição e a abundância de aves marinhas no sudeste-sul do Brasil foram realizados por Olmos (1997) e por Neves *et al.* (2006b). Estes autores observaram que a abundância de aves no inverno é maior devido à chegada de migrantes Antárticos e Sub-Antárticos. A chegada destas espécies na região coincide com o deslocamento da Confluência Brasil-Malvinas, a qual no inverno tem seu limite norte entre as latitudes de 35° - 30°S e no verão entre 40°- 45° (Zavialov *et al.* 1998). De modo que o limite norte das águas sub-antárticas na superfície, habitat de espécies como *T. melanophris*, se desloca sazonalmente no oceano todo.

No presente estudo a taxa de captura foi significativamente diferente entre os anos. Os dois últimos anos amostrados, 2006 e 2007 apresentaram as maiores taxas de captura. Este alto valor registrado em 2007 pode estar relacionado com o número médio de aves presentes no lançamento do espinhel o qual foi maior do que nos outros anos. Outro fator que pode ter influenciado a captura das aves é a temperatura superficial do mar. A média no inverno de 2007 foi inferior à média do inverno nos outros anos. Entretanto, em 2006 este padrão em relação à temperatura superficial do mar e a abundância média de aves não foi observado. O ano e a temperatura superficial do mar influenciaram significativamente o número médio de aves capturadas.

O talude superior da região compreendida entre as latitudes 29°30'S e 34°30'S é uma área crítica para as aves no outono e no inverno em virtude do elevado esforço pesqueiro e das altas taxas de captura, embora no outono também foram observadas altas taxas de captura de aves entre 27°S e 29°30'S. Embora na primavera sejam observadas capturas de aves na região ao sul da Elevação do Rio Grande, o talude superior entre as latitudes de 32°S e 37°S parece ser uma área mais crítica comparada com a região mencionada acima, pois no talude o esforço foi menor do que na Elevação e mesmo assim ocorreram capturas elevadas. As variações sazonais nas taxas de captura nas áreas críticas podem ser explicadas pela distribuição das aves e também pelos deslocamentos da frota. Na primavera a frota nacional de espinhel pelágico sediada nas regiões sudeste-sul atua também na região da Elevação do Rio Grande e áreas adjacentes (Mayer & Andrade 2005)

Nascimento (2007) observou que quanto mais ao sul e próximo à costa, maior é a riqueza de aves. Com relação à diversidade de espécies, a autora verificou que durante os meses frios a diversidade é maior na região costeira dos estados do Paraná, Santa

Catarina e Rio Grande do Sul e nos meses quentes, no extremo sul do Brasil. Este estudo considerou que a área delimitada pelas coordenadas 30°S a 35°S e 55°W a 45°W é prioritária para a conservação dos albatrozes e petréis, devido à riqueza, diversidade e número de indivíduos capturados.

Observou-se que maior número de anzóis lançados à noite reduz significativamente a captura de aves. Weimerskirch *et al.* (2000) também observaram reduções significativas na taxa de captura de *P. aequinoctialis* e *T. melanophris* em lançamentos noturnos do espinhel na área de Kerguelen. Pelo fato de que albatrozes alimentam-se principalmente durante o dia (Weimerskirch & Wilson 1992; Croxall & Prince 1994), lançamentos noturnos tem sido utilizados como medida mitigadora em vários locais com reduções de 60-96% na taxa de captura de aves (Brothers *et al.* 1999b). Ashford *et al.* (1995) e Barnes *et al.* (1997) observaram capturas somente de *P. aequinoctialis* à noite. Estudos mostram que *P. aequinoctialis* forrageia tanto de dia como à noite (Phillips *et al.* 2006). No presente estudo não foi observada redução na captura de *P. aequinoctialis* à noite (Fig. 1.12) e embora para *T. melanophris* tenha ocorrido reduções na captura com maior número de anzóis à noite, 15% dos lances com captura dessa espécie aconteceram à noite.

Foi observado que a captura de aves aumenta com maior número de aves presentes no lançamento do espinhel. Este aumento na captura está provavelmente relacionado com o aumento na probabilidade de uma ave apanhar um anzol iscado em virtude do maior número de aves presentes. Entretanto, este aumento na captura também pode estar relacionado com a competição entre as aves pelas iscas. Existem registros da captura incidental de duas aves na mesma linha secundária, estando uma presa ao anzol

e a outra enrolada na linha, o que pode indicar que estas aves estavam disputando a mesma isca durante o lançamento.

Para *T. melanophris* e *P. aequinoctialis* foi observada correlação positiva entre a abundância média mensal de aves presentes no lançamento do espinhel e a taxa de captura mensal. Reid & Sullivan (2004) sugeriram que o nível de competição intra-específica entre *T. melanophris* e competição inter-específica com outras espécies durante o lançamento do espinhel influenciou significativamente a relação entre a taxa de tentativas de forrageamento e a mortalidade de *T. melanophris*.

Sánchez & Belda (2003) estudando a perda de iscas causada pelas aves na pescaria com espinhel pelágico no Mediterrâneo observaram que a maioria das iscas foi retirada dos anzóis pelas aves dentro dos primeiros 100m atrás do barco. Em um estudo no sul do Brasil sobre o comportamento das aves em relação ao consumo de iscas durante o lançamento do espinhel pelágico foi observado que as iscas foram apanhadas pelas aves entre 60 e 120m de distância da popa da embarcação (Monteiro *et al. no prelo*). Tomando como base a distância de 60m entre dois anzóis lançados, dentro de 120m de distância do barco, ao mesmo tempo apenas duas iscas estão disponíveis para todas as aves presentes o que indica que a competição pode ser alta.

No presente estudo os lances de pesca foram considerados unidades amostrais independentes, embora exista uma estrutura hierárquica dos dados, pois em cada cruzeiro foram realizados em média doze lances, os quais possuem características em comum como a área de pesca e as estratégias de pesca utilizadas pelo mestre na captura das espécies-alvo. Além disto, foram monitorados mais de um cruzeiro da mesma embarcação pesqueira. Pelo fato de que quando existe dependência entre as unidades amostrais a variância residual tende a ser subestimada, o que pode alterar as precisões

das estimativas dos parâmetros, recomenda-se que em análises futuras seja considerada essa característica hierárquica dos dados na formulação do modelo.

Em 89% dos lances monitorados nenhuma ave foi capturada. É possível que em alguns lances a captura não tenha ocorrido porque as aves não estavam presentes durante o lançamento do espinhel. O ideal seria retirar os lances com ausência de aves do modelo, entretanto o censo das aves não foi realizado em metade dos lances monitorados. Desta forma, é possível que exista um excesso de zeros no modelo.

1.4.3. O impacto da captura incidental

A taxa de captura observada de 0,249 aves/1000 anzóis é considerada alta, visto que o PLANACAP tem como objetivo reduzir a captura no Brasil para 0,001 ave/1000 anzóis (Neves *et al.* 2006a). Essa taxa é semelhante à registrada para a frota do Uruguai que também atua no Atlântico Sudoeste (0,26 aves/1000 anzóis) (Jiménez & Domingo 2007).

Além disto, essa é a taxa de captura apenas da frota nacional de espinhel pelágico sediada nos portos das regiões sudeste e sul do Brasil. Nesta mesma área existe ainda a atuação de frotas de espinhel de fundo nacional e espinhel de fundo realizada por embarcações arrendadas sediadas nos portos da região Nordeste do Brasil, de espinhel de superfície para dourado, vara e isca-viva e outras variações dentro dessas pescarias que também capturam albatrozes e petréis (Bugoni *et al.* 2008). Por isto, a região sul do Brasil é uma área crítica para as aves marinhas.

Diversas medidas mitigadoras vêm sendo testadas e adotadas por países como Japão, Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e África do Sul (Melvin *et al.* 2001).

Desde o ano de 2000 a equipe do Projeto Albatroz, instituição brasileira não-governamental vem buscando soluções junto ao setor pesqueiro e o governo brasileiro para a redução da captura incidental de albatrozes e petréis em espinhéis, e desde 2003 tem sido testado, e iniciada a implementação da largada noturna, toriline (espantador de aves) e o tingimento das lulas de azul na pescaria com espinhel pelágico (Neves *et al.* 2006a). Em 2006 e 2007 a partir de um projeto em parceria entre o Projeto Albatroz, o Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental – NEMA e a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP/PR foram realizados testes para avaliar a eficiência do toriline. Nesse trabalho foi observada redução de 64% na taxa de captura de aves com o uso do toriline (Neves *et al.*, *no prelo*). Embora, o toriline venha sendo adotado, muitos pescadores não utilizam esse dispositivo durante a noite por acreditar que as aves não se alimentam à noite. Desta forma, como já recomendado no PLANACAP e em Neves *et al.* (*no prelo*) reafirma-se a importância da largada noturna como uma medida mitigadora associada ao uso do toriline e salienta-se o uso do toriline durante todo o período do lançamento do espinhel, inclusive à noite. Embora maior número de anzóis lançados à noite tenha reduzido a captura de *T. melanophris*, essa espécie e principalmente *P. aequinoctialis* ainda foram vulneráveis a capturas noturnas.

1.5. CONCLUSÕES

- A taxa de captura incidental de albatrozes e petréis na frota nacional de espinhel pelágico sediada no sudeste-sul do Brasil é elevada;
- O talude superior do Rio Grande do Sul é uma área crítica para as aves no outono, inverno e primavera;
- Na primavera a Elevação do Rio Grande e adjacências é uma região crítica para as aves;
- O inverno é a estação com a maior taxa de captura;
- *Thalassarche melanophris* e *Procellaria aequinoctialis* são as espécies de albatrozes e petréis mais vulneráveis à captura nessa pescaria;
- A captura de aves aumenta com abundância maior de aves no lançamento do espinhel;
- A captura de aves diminui com lançamentos noturnos;
- *Thalassarche melanophris* e *Procellaria aequinoctialis* também são capturados em lançamentos noturnos na pescaria com espinhel pelágico no sul do Brasil.
- O ano, a estação do ano, a latitude, a temperatura superficial do mar, a fase da lua, a porcentagem de anzóis lançados à noite e o número de aves no lançamento do espinhel são as variáveis que melhor explicam a captura incidental de albatrozes e petréis nessa pescaria;

TABELAS

Tabela 1.1. Frequência de ocorrência (FO e FO%), número total e médio de aves nos censos, durante os anos de 2000 a 2007. Outono (n = 192 censos), inverno (n = 233) e primavera (n = 144). O verão foi excluído desta análise porque foram amostrados apenas seis lances nesta estação.

| Espécies | Outono | | | | Inverno | | | | Primavera | | | |
|-------------------------------------|--------|------|-------|-------------|---------|------|-------|-------------|-----------|------|-------|-------------|
| | FO | FO% | N° | N° médio | FO | FO% | N° | N° médio | FO | FO% | N° | N° médio |
| <i>Thalassarche melanophris</i> | 95 | 49,5 | 353 | 1,8 | 175 | 75,1 | 1 493 | 6,4 | 22 | 15,3 | 83 | 0,6 |
| <i>Thalassarche chlrororhynchos</i> | 100 | 52,1 | 317 | 1,7 | 165 | 70,8 | 623 | 2,7 | 97 | 67,4 | 438 | 3,0 |
| <i>Thalassarche</i> sp. | 1 | 0,5 | 1 | <0,1 | 1 | 0,4 | 2 | <0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Diomedea exulans/dabbenena</i> | 1 | 0,5 | 1 | <0,1 | 10 | 4,3 | 11 | <0,1 | 7 | 4,9 | 10 | <0,1 |
| <i>Diomedea epomophora</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,9 | 2 | <0,1 | 2 | 1,4 | 2 | <0,1 |
| <i>Diomedea sanfordi</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2,6 | 7 | <0,1 | 5 | 3,5 | 5 | <0,1 |
| <i>Diomedea</i> sp. | 5 | 2,6 | 6 | <0,1 | 19 | 8,2 | 23 | 0,1 | 34 | 23,6 | 62 | 0,4 |
| <i>Procellaria aequinoctialis</i> | 70 | 36,5 | 243 | 1,3 | 183 | 78,5 | 2 012 | 8,6 | 19 | 13,2 | 108 | 0,8 |
| <i>Procellaria conspicillata</i> | 154 | 80,2 | 1 537 | 8,0 | 183 | 78,5 | 1 701 | 7,3 | 119 | 82,6 | 1 287 | 8,9 |
| <i>Procellaria</i> sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2,1 | 95 | 0,4 | 1 | 0,7 | 1 | <0,1 |
| <i>Daption capense</i> | 31 | 16,1 | 68 | 0,4 | 180 | 77,3 | 1 819 | 7,8 | 33 | 22,9 | 131 | 0,9 |
| <i>Fulmarus glacialoides</i> | 4 | 2,1 | 9 | <0,1 | 30 | 12,9 | 117 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela 1.1. Continuação

| Espécies | Outono | | | | Inverno | | | | Primavera | | | |
|------------------------------|--------|------|-----|-------------|---------|------|-----|-------------|-----------|------|-----|-------------|
| | FO | FO% | N° | N° médio | FO | FO% | N° | N° médio | FO | FO% | N° | N° médio |
| <i>Pterodroma incerta</i> | 48 | 25 | 174 | 0,9 | 30 | 12,9 | 42 | 0,2 | 21 | 14,6 | 27 | 0,2 |
| <i>Pterodroma mollis</i> | 3 | 1,6 | 6 | <0,1 | 8 | 3,4 | 9 | <0,1 | 10 | 6,9 | 12 | <0,1 |
| <i>Pterodroma sp.</i> | 3 | 1,6 | 9 | <0,1 | 8 | 3,4 | 9 | <0,1 | 4 | 2,8 | 8 | <0,1 |
| <i>Puffinus gravis</i> | 87 | 45,3 | 548 | 2,9 | 85 | 36,5 | 499 | 2,1 | 66 | 45,8 | 323 | 2,2 |
| <i>Puffinus puffinus</i> | 2 | 1,0 | 3 | <0,1 | 2 | 0,9 | 6 | <0,1 | 5 | 3,5 | 98 | 0,7 |
| <i>Puffinus griseus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2,1 | 5 | <0,1 | 1 | 0,7 | 1 | <0,1 |
| <i>Calonectris diomedea</i> | 2 | 1,0 | 40 | 0,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3,5 | 14 | 0,1 |
| <i>Pachyptila sp.</i> | 1 | 0,5 | 1 | <0,1 | 13 | 5,6 | 19 | <0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Oceanites oceanicus</i> | 42 | 21,9 | 144 | 0,8 | 98 | 42,1 | 454 | 1,9 | 34 | 23,6 | 183 | 1,3 |
| <i>Macronectes giganteus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 33 | 14,2 | 55 | 0,2 | 1 | 0,7 | 2 | <0,1 |
| <i>Macronectes halli</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 7,7 | 29 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Macronectes sp.</i> | 1 | 0,5 | 1 | <0,1 | 11 | 4,7 | 48 | 0,2 | 7 | 4,9 | 9 | <0,1 |
| <i>Fregatta grallaria</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,9 | 2 | <0,1 | 5 | 3,5 | 8 | <0,1 |
| <i>Stercorarius sp.</i> | 1 | 0,5 | 1 | <0,1 | 1 | 0,4 | 1 | <0,1 | 2 | 1,4 | 3 | <0,1 |
| <i>Fregata sp.</i> | 1 | 0,5 | 1 | <0,1 | 1 | 0,4 | 1 | <0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tabela 1.2. Esforço monitorado em número de cruzeiros, lances e anzóis, temperatura superficial do mar (TSM) média no inverno, abundância média de aves das espécies vulneráveis, número de aves capturadas e taxa de captura (TC: número de aves/1000 anzóis) anual de aves na pescaria de espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil.

| Ano | Nº de cruzeiros | Nº de lances | Nº de anzóis | TSM média no inverno (°C) | Abundância média de aves | Nº de aves capturadas | TC |
|--------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------|
| 2000 | 1 | 18 | 16 767 | ----- | 5,7 | 0 | 0 |
| 2001 | 5 | 54 | 56 186 | 20,0 | 5,7 | 0 | 0 |
| 2002 | 7 | 87 | 106 443 | 23,1 | 19,1 | 21 | 0,197 |
| 2003 | 3 | 46 | 50 494 | 21,6 | 15,8 | 6 | 0,119 |
| 2004 | 7 | 81 | 91 159 | 18,5 | 20,6 | 3 | 0,033 |
| 2005 | 12 | 165 | 181 943 | 20,6 | 16,2 | 17 | 0,093 |
| 2006 | 6 | 73 | 81 735 | 22,1 | 11,0 | 24 | 0,294 |
| 2007 | 29 | 350 | 411 870 | 18,4 | 27,0 | 177 | 0,430 |
| Total | 70 | 874 | 996 597 | ----- | ----- | 248 | 0,249 |

Tabela 1.3. Número de aves capturadas e taxa de captura por espécie.

| Espécies | Número de aves capturadas | Taxa de captura (nº de aves/1000 anzóis) |
|------------------------------------|----------------------------------|---|
| <i>Thalassarche melanophris</i> | 147 | 0,148 |
| <i>Thalassarche chlororhynchos</i> | 13 | 0,013 |
| <i>Procellaria aequinoctialis</i> | 62 | 0,062 |
| <i>Procellaria conspicillata</i> | 8 | 0,008 |
| <i>Thalassarche</i> sp. | 14 | 0,014 |
| <i>Diomedea</i> sp. | 4 | 0,004 |
| Total | 248 | 0,249 |

Tabela 1.4. Comparação nos dados agrupados de 2000 a 2007 entre a proporção da abundância das espécies de aves nos censos e a proporção da captura no espinhel.

| Espécies | Porcentagem de aves nos censos (%) | Porcentagem de aves capturadas (%) |
|------------------------------------|---|---|
| <i>Procellaria conspicillata</i> | 29,5 | 3,2 |
| <i>Procellaria aequinoctialis</i> | 15,4 | 25,0 |
| <i>Daption capense</i> | 13,1 | 0 |
| <i>Thalassarche melanophris</i> | 12,6 | 59,3 |
| <i>Thalassarche chlororhynchos</i> | 9,0 | 5,2 |
| <i>Puffinus gravis</i> | 8,9 | 0 |
| <i>Oceanites oceanicus</i> | 5,1 | 0 |
| <i>Pterodroma incerta</i> | 1,6 | 0 |
| <i>Macronectes</i> spp. | 0,9 | 0 |
| <i>Diomedea</i> spp. | 0,8 | 1,6 |
| <i>Fulmarus glacialoides</i> | 0,8 | 0 |

Tabela 1.5. Porcentagem de explicação de cada componente na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis, ano, porcentagem de anzóis lançados à noite, número de aves vulneráveis no censo, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade, temperatura da superfície do mar e pressão atmosférica.

| Componente Principal | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 | PC8 | PC9 |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Porcentagem de explicação (%) | 19,41 | 18,33 | 14,52 | 12,52 | 9,94 | 9,61 | 7,63 | 6,18 | 1,86 |

Tabela 1.6. Comparação entre os valores de AIC (Akaike's Information Criterion) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa. $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ é o fator de padronização (*offset*) do número de aves capturadas no lance pelo esforço em número de anzóis no lance. (função de ligação= \log).

| Modelos | AIC |
|---|------------|
| M1= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ (Poisson) | 788,05 |
| M2= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + ano (Poisson) | 724,15 |
| M3= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + estação do ano (Poisson) | 733,71 |
| M4= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + porcentagem de anzóis à noite (Poisson) | 788,95 |
| M5= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + latitude (Poisson) | 772,34 |
| M6= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + longitude (Poisson) | 746,58 |
| M7= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + distância da isóbata de 200m (Poisson) | 763,00 |
| M8= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + direção do vento (Poisson) | 730,62 |
| M9= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + estado do mar (Poisson) | 745,10 |
| M10= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + temperatura do mar (Poisson) | 706,88 |
| M11= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + pressão atmosférica (Poisson) | 789,06 |
| M12= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + nebulosidade + fase da lua + nebulosidade x fase da lua (Poisson) | 658,21 |
| M1= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ (Binomial Negativa) | 396,64 |
| M2= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + ano (Binomial Negativa) | 389,08 |
| M3= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + estação do ano (Binomial Negativa) | 388,67 |
| M4= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + porcentagem de anzóis à noite (Bin. Negativa) | 398,28 |
| M5= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + latitude (Binomial Negativa) | 393,58 |
| M6= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + longitude (Binomial Negativa) | 390,92 |
| M7= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + distância da isóbata de 200m (Bin. Negativa) | 394,01 |
| M8= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + direção do vento (Binomial Negativa) | 396,00 |
| M9= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + estado do mar (Binomial Negativa) | 394,67 |
| M10= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + temperatura do mar (Binomial Negativa) | 379,60 |
| M11= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + pressão atmosférica (Binomial Negativa) | 399,57 |
| M12= $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ + nebulosidade + fase da lua + nebulosidade x fase da lua (Binomial Negativa) | 389,94 |

Tabela 1.7 Modelos que tiveram a variável número de aves vulneráveis no censo incluída com os valores do AIC (Akaike's Information Criterion) e Δ_i (diferença entre o AIC de um modelo "i" para o modelo com o menor valor de AIC). $\log(\text{esf})$ = fator de padronização do número de aves capturadas no lance pelo esforço em número de anzóis no lance; e.ano = estação do ano; temp = temperatura superficial do mar; lat = latitude; long = longitude; f.lua = fase da lua; esf.n = porcentagem de anzóis lançados à noite; av.vul = número de aves vulneráveis no censo, d.ven = direção do vento.

| Modelo | AIC | Δ_i |
|--|------------|------------------------------|
| M75= $\log(\text{esf}) + \text{ano} + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{lat} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 307,28 | 0 |
| M73= $\log(\text{esf}) + \text{ano} + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{lat} + \text{long} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 309,26 | 1,98 |
| M74= $\log(\text{esf}) + \text{ano} + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{lat} + \text{long} + \text{f.lua} + \text{d.ven} + \text{av.vul}$ | 309,68 | 2,40 |
| M78= $\log(\text{esf}) + \text{ano} + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 310,00 | 2,72 |
| M76= $\log(\text{esf}) + \text{ano} + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{long} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 311,60 | 4,32 |
| M81= $\log(\text{esf}) + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 316,67 | 9,39 |
| M79= $\log(\text{esf}) + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{lat} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 318,00 | 10,72 |
| M80= $\log(\text{esf}) + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{long} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 318,54 | 11,26 |
| M77= $\log(\text{esf}) + \text{e.ano} + \text{temp} + \text{lat} + \text{long} + \text{f.lua} + \text{esf.n} + \text{av.vul}$ | 319,29 | 12,01 |

Tabela 1.8. Estimativa do parâmetro, erro padrão da estimativa do parâmetro, valor da estatística do teste (z) e valor do p para o modelo selecionado. As estações do ano foram comparadas com o inverno e as fases da lua com a lua cheia. TSM significa temperatura superficial do mar em °C.

| Parâmetro | Estimativa | Erro padrão | z | p |
|--|-------------------|--------------------|----------|----------|
| Intercepto | -1,318e+03 | 3,560e+02 | -3,702 | 0,0002 |
| Ano | 6,608e-01 | 1,778e-01 | 3,717 | 0,0002 |
| E.Ano Outono | -6,085e-01 | 5,198e-01 | -1,171 | 0,2417 |
| E.Ano Primavera | -2,231e+00 | 7,541e-01 | -2,958 | 0,0030 |
| TSM | -2,228e-01 | 1,003e-01 | -2,221 | 0,0263 |
| Latitude | -2,539e-01 | 1,146e-01 | -2,215 | 0,0267 |
| F.Lua Nova | 3,959e-01 | 5,346e-01 | 0,741 | 0,4589 |
| F.Lua Crescente | 1,401e+00 | 5,300e-01 | 2,643 | 0,0082 |
| F.Lua Minguante | -1,791e-02 | 6,423e-01 | -0,028 | 0,9777 |
| Porcentagem de anzóis à noite | -5,573e+00 | 1,761e+00 | -3,165 | 0,0015 |
| Nº de aves vulneráveis nos censos | 2,581e-02 | 8,042e-03 | 3,210 | 0,0013 |
| θ (parâmetro de sobre- dispersão do modelo Binomial Negativo) | 0,2981 | 0,0863 | ----- | ----- |

FIGURAS

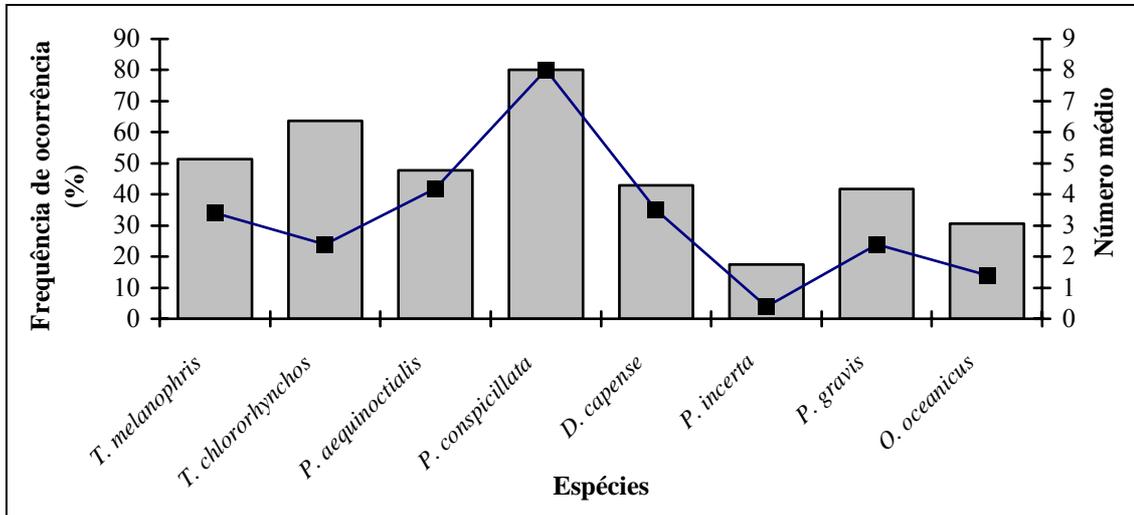


Figura 1.1. Frequência de ocorrência (%) (barras verticais) e abundância média (linha) das oito espécies dominantes de Procellariiformes nos 569 censos.

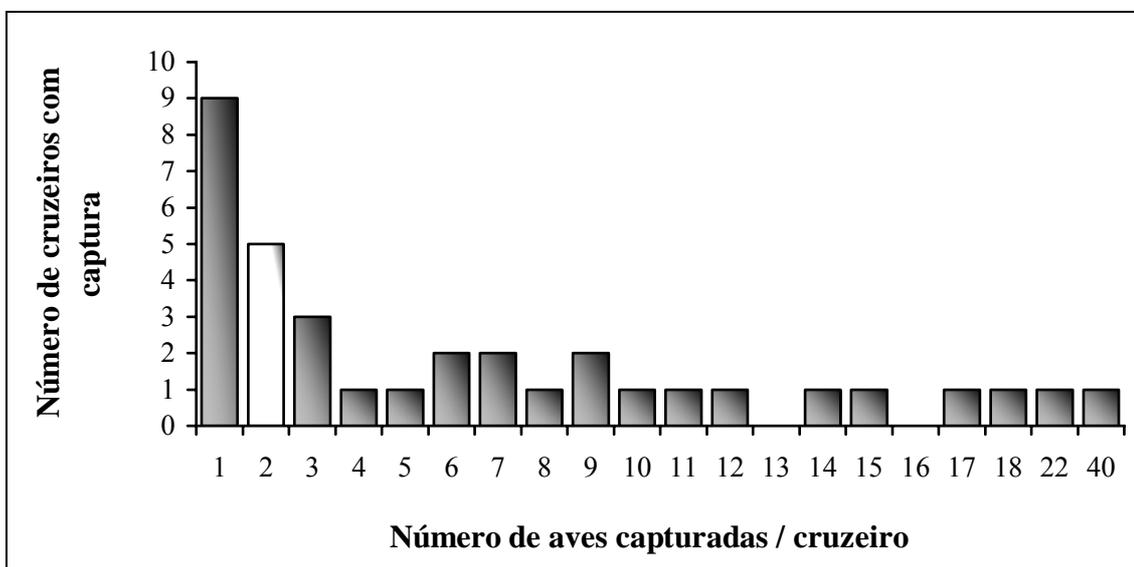


Figura 1.2. Distribuição de frequência do número de aves capturadas por cruzeiro ($n = 35$). O número de cruzeiros sem captura foi de 35.

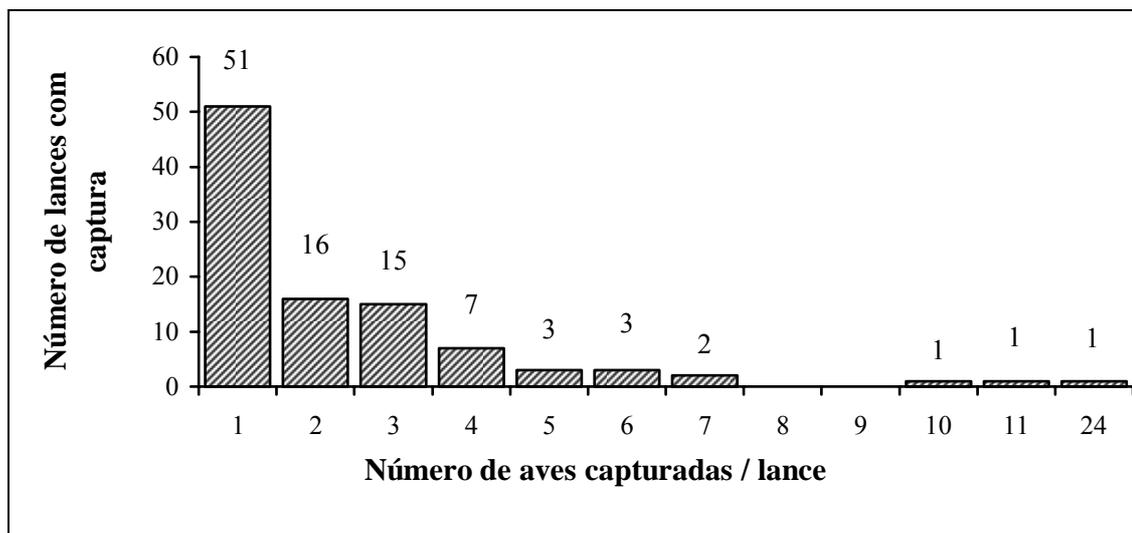


Figura 1.3. Distribuição de freqüência do número de aves capturadas mortas por lance (n = 100). O número de lances sem captura foi de 774.

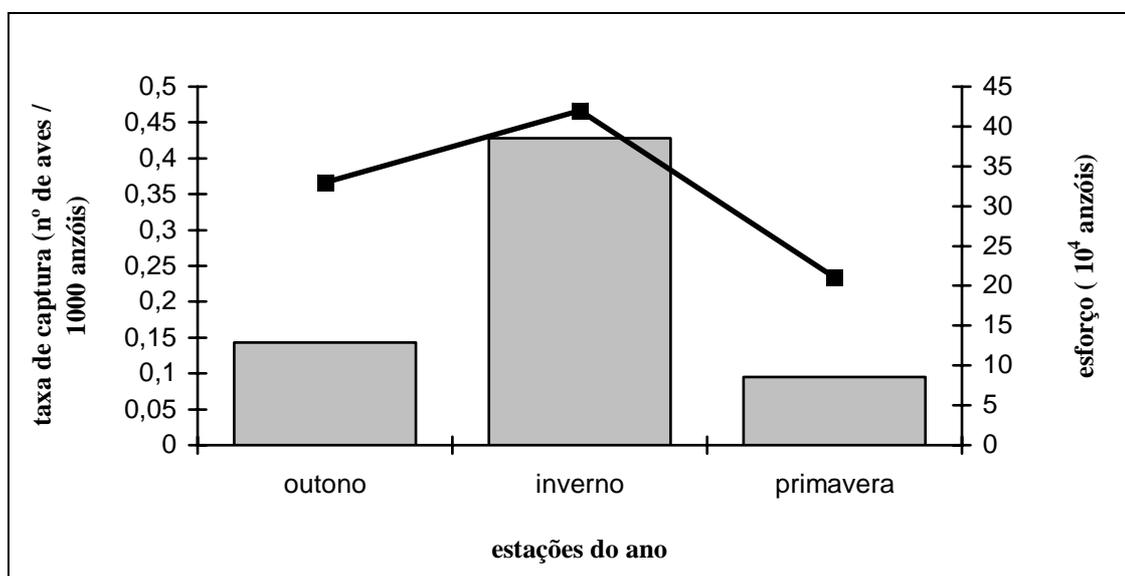


Figura 1.4. Taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) de albatrozes e petréis (barras verticais) e esforço monitorado (linha) nas três estações do ano durante os anos de 2000 e 2007. O número de lances monitorados foi de 842 lances. O verão não é apresentado porque foram monitorados apenas 38 416 anzóis.

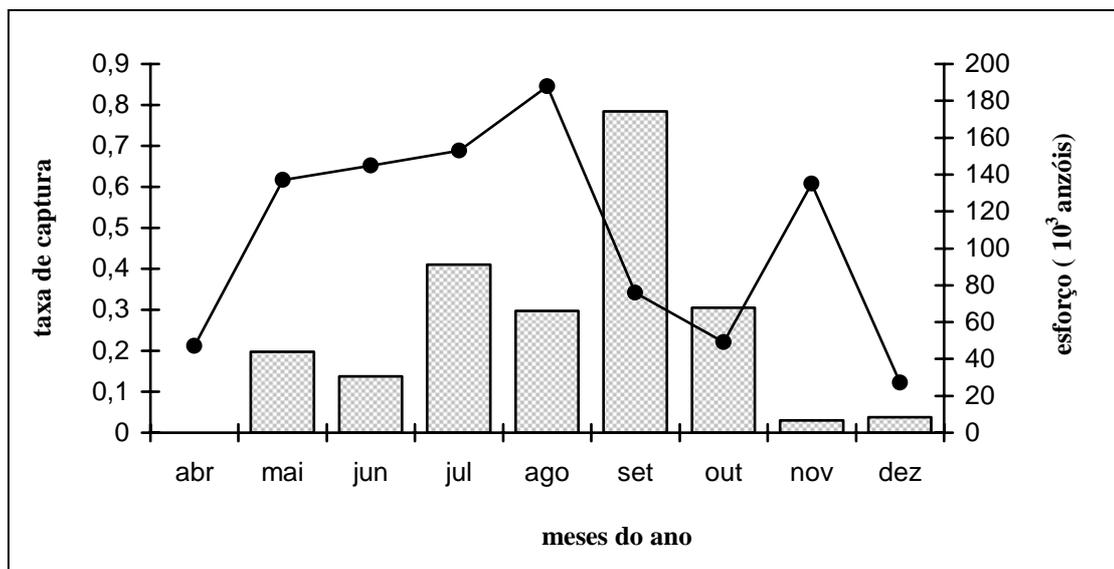


Figura 1.5. Taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) de albatrozes e petréis (barras verticais) e esforço monitorado (linha), nos meses durante os anos de 2000 e 2007 ($n = 842$ lances). O verão não é apresentado porque foram monitorados apenas 38 416 anzóis.

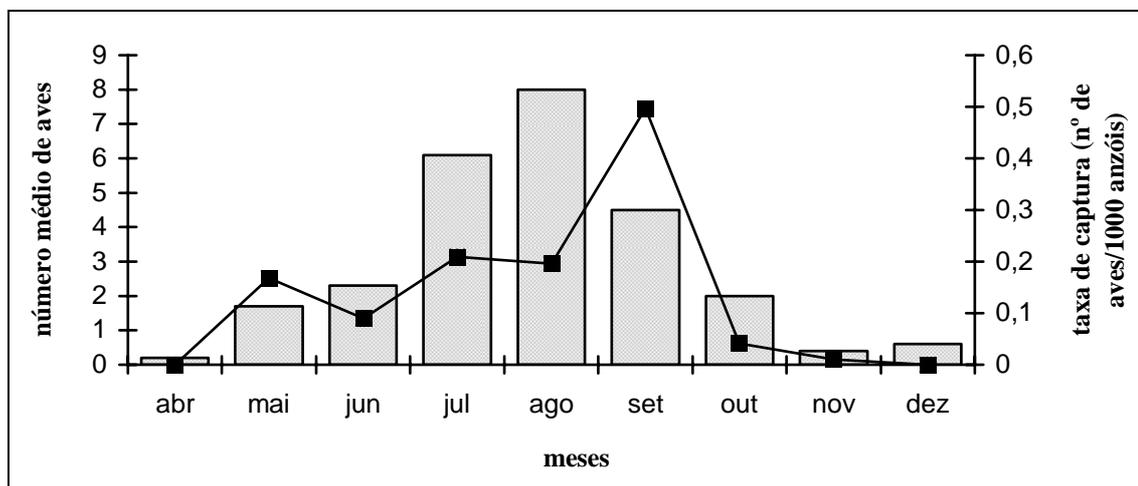


Figura 1.6. Número médio nos censos (barras verticais) e taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) (linha) de *T. melanophris* nos meses do ano. Os meses de verão não são apresentados porque foram realizados apenas seis censos e não houve captura de *T. melanophris* nesse período.

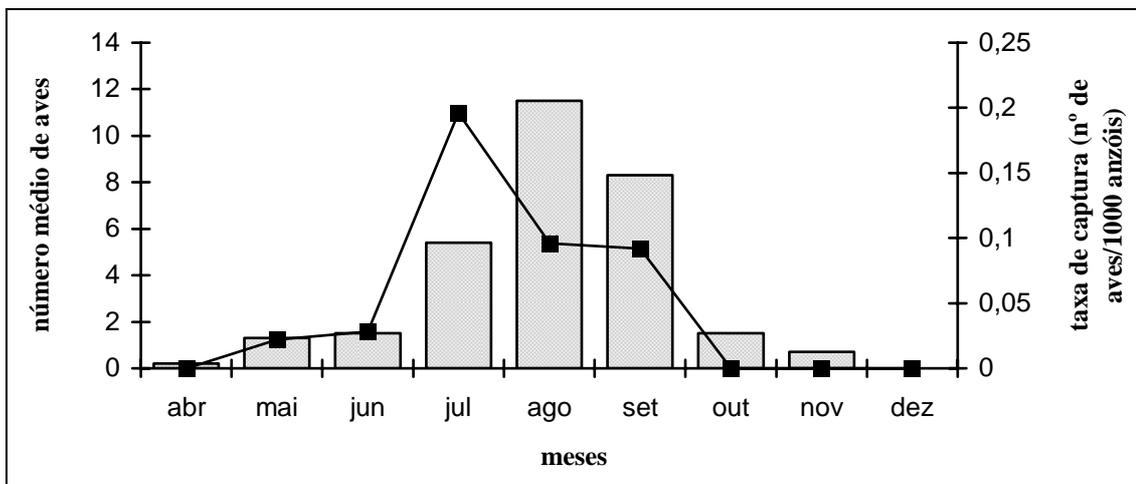


Figura 1.7. Número médio nos censos (barras verticais) e taxa de captura (número de aves/1000 anzóis) (linha) de *P. aequinoctialis* nos meses do ano. Os meses de verão não são apresentados porque foram realizados apenas seis censos e não houve captura de *P. aequinoctialis* nesse período.

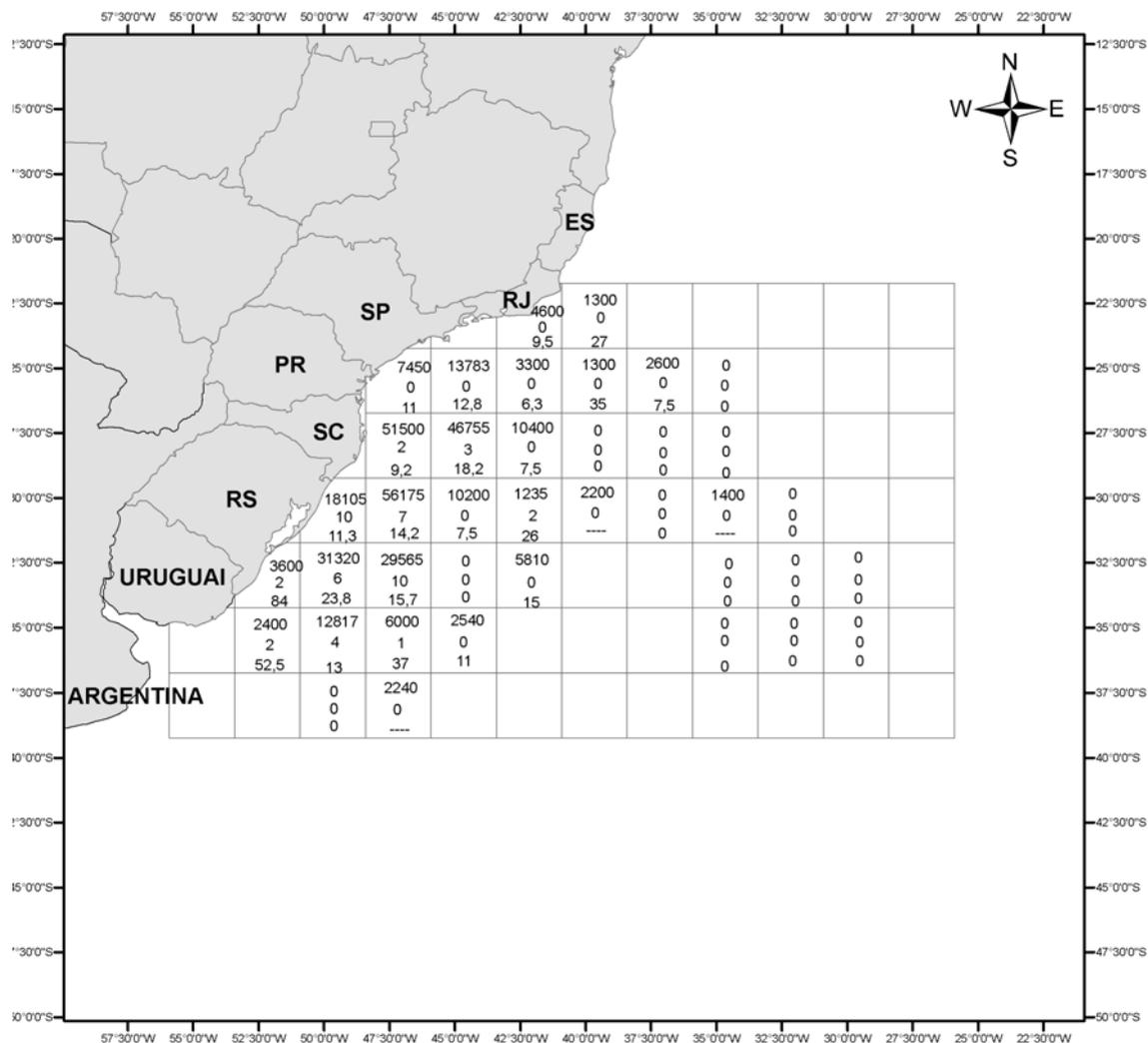


Figura 1.8. Esforço de pesca, número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas e abundância média das espécies vulneráveis no outono de 2001 a 2007 (esforço total = 277 lances e 327 965 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de aves capturadas e a abundância média de aves. ---- significa ausência de dados.

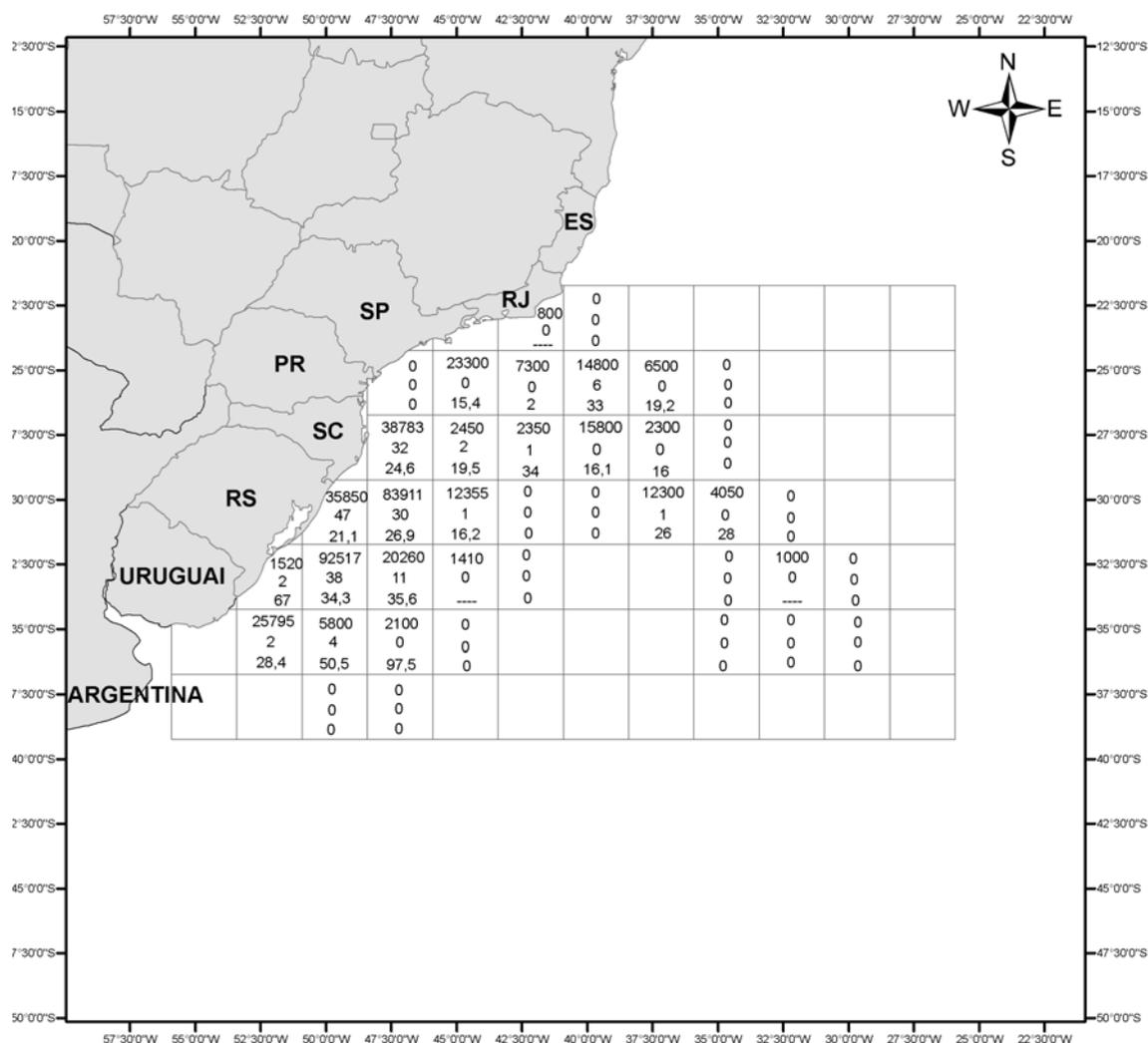


Figura 1.9. Esforço de pesca, número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas e abundância média das espécies vulneráveis no inverno de 2001 a 2007 (esforço total = 370 lances e 413 251 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de aves capturadas e a abundância média de aves. ---- significa ausência de dados.

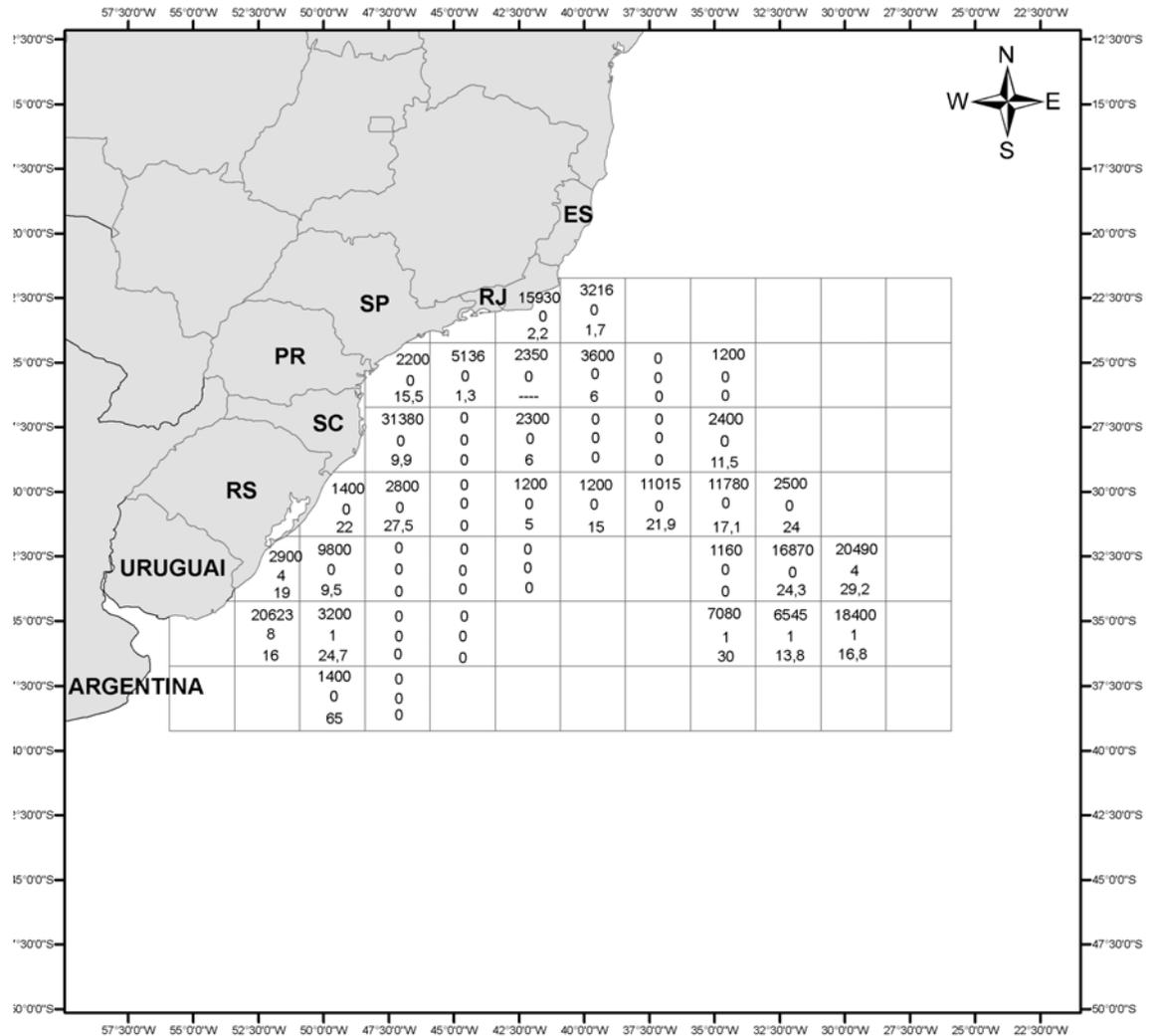


Figura 1.10. Esforço de pesca, número de aves capturadas de todas as espécies agrupadas e abundância média das espécies vulneráveis na primavera do ano de 2000 e de 2004 a 2007 (esforço total = 189 lances e 210 075 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de aves capturadas e a abundância média de aves. ---- significa ausência de dados.

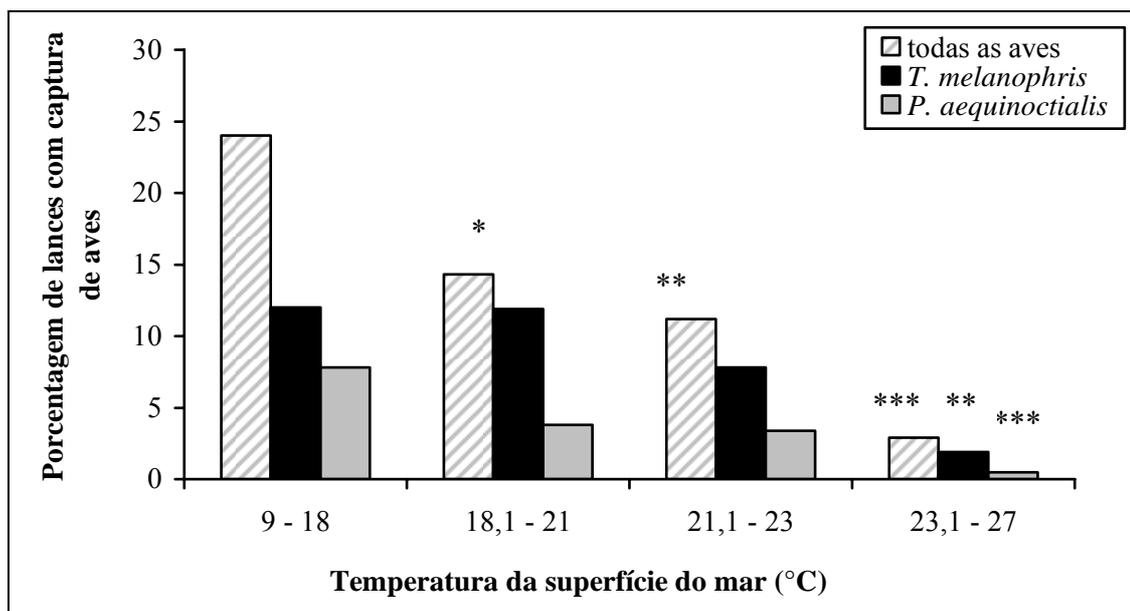


Figura 1.11. Porcentagem de lances com ao menos uma ave capturada para cada categoria de temperatura da superfície do mar. Diferenças significativas testadas contra a categoria com temperatura entre 9° e 18°C. * $p < 0,05$ ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$.

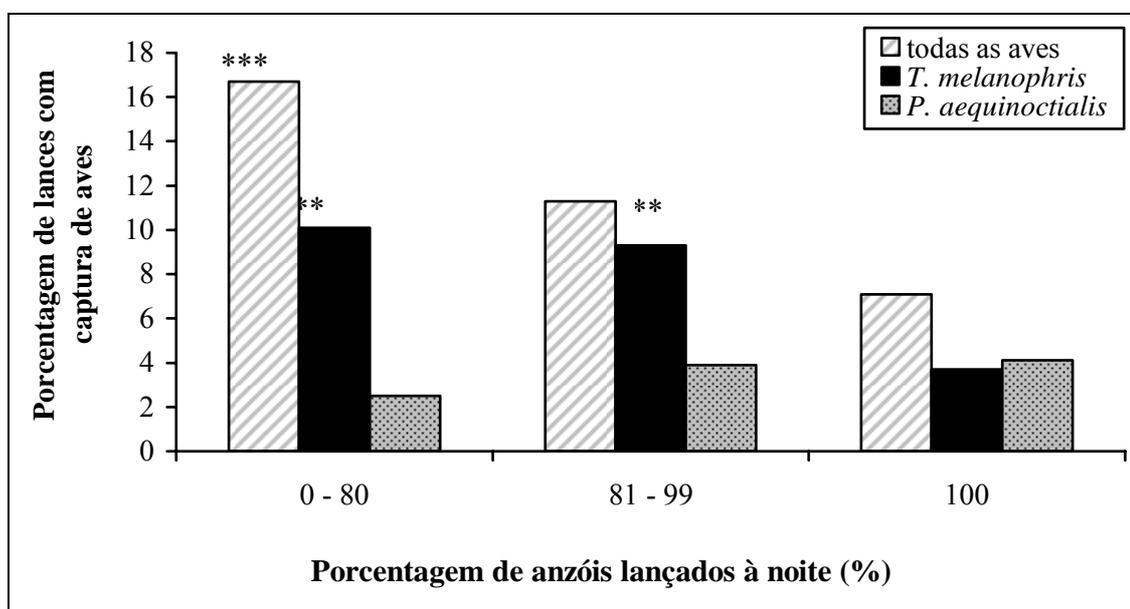


Figura 1.12. Porcentagem de lances com ao menos uma ave capturada para cada categoria da porcentagem de anzóis lançados à noite. Diferenças significativas testadas contra a categoria com 100% dos anzóis à noite. ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$.

CAPÍTULO 2

**Captura incidental de *Caretta caretta* e *Dermochelys coriacea* na
pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil**

2.1. INTRODUÇÃO

Cinco espécies de tartarugas marinhas utilizam a costa brasileira para reprodução e alimentação - *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys olivacea* e *Eretmochelys imbricata* (Marcovaldi & Marcovaldi 1999). Estas espécies têm distribuição cosmopolita (Meylan & Meylan 1999) e são encontradas, geralmente, em mares tropicais e subtropicais (Márquez 1990) e todas estão ameaçadas de extinção, sendo *D. coriacea* classificada como criticamente em perigo (IUCN 2007, MMA 2003).

A captura incidental de tartarugas marinhas na pesca de espinhel pelágico é, atualmente, uma das principais ameaças às populações de *C. caretta* e *D. coriacea* (Lewison *et al.* 2004). A pesca de espinhel vem sendo considerada uma das causas da redução de 80-95% das populações de *D. coriacea* do Oceano Pacífico (Spotila *et al.* 1996, 2000).

Devido à alta produtividade das águas sul-brasileiras a atividade pesqueira nesta região é intensa e composta por diversas frotas. Entre as artes pesqueiras utilizadas está o espinhel pelágico, direcionado à captura de atuns, *Thunnus* spp., espadarte, *Xiphias gladius* e tubarões. A frota brasileira de espinhel pelágico durante o outono, o inverno e o início da primavera concentra-se no sul do Brasil (Travassos & Hazin 2003, Mayer & Andrade 2005).

Kotas *et al.* (2004) relataram taxa de captura de 4,31 tartarugas/1000 anzóis para *C. caretta* e 0,59 tartarugas/1000 anzóis para *D. coriacea* em três cruzeiros na pescaria comercial com espinhel pelágico no sul do Brasil. Pinedo & Polacheck (2004) observaram taxa de captura de 1,5 tartarugas/1000 anzóis em um cruzeiro de pesquisa com espinhel pelágico nessa região.

Existem poucos trabalhos na literatura sobre o efeito de variáveis ambientais e operacionais na captura de tartarugas marinhas. Watson *et al.* (2005) no Atlântico Nordeste usou modelos de regressão logística para avaliar os efeitos de fatores, incluindo tipo de anzol e isca na taxa de captura de *C. caretta* e *D. coriacea*. Pradhan & Leung (2006) na pescaria com espinhel pelágico utilizaram modelos lineares generalizados para modelar o número de tartarugas marinhas capturadas por cruzeiro de pesca como uma função de variáveis ambientais e operacionais e observaram diferenças significativas no número de tartarugas marinhas capturadas entre áreas, estações e de acordo com variações no petrecho e método de pesca.

O presente estudo tem como objetivo determinar o padrão espacial e temporal da captura incidental de tartarugas marinhas na pescaria com espinhel pelágico no sudeste e sul do Brasil e verificar o efeito de variáveis ambientais e operacionais na taxa de captura das tartarugas.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Coleta dos dados

Os dados foram coletados por observadores de bordo, capacitados pelas equipes do Projeto Albatroz, NEMA, Projeto TAMAR e por pesquisadores de outras instituições, durante 73 cruzeiros da pescaria de espinhel pelágico entre novembro de 2000 e dezembro de 2007, na Zona Econômica Exclusiva das regiões sudeste e sul do Brasil e em águas internacionais adjacentes, entre 22°S a 39°S e 27°W a 53°W.

Durante esses cruzeiros foram coletados dados abióticos e dados referentes à captura incidental de tartarugas marinhas. Os dados abióticos foram coletados no início e no final do lançamento e do recolhimento do espinhel, conforme descrito no Cap. 1 dessa dissertação. Para cada lance de pesca, o tempo estimado de imersão do espinhel foi calculado somando metade do tempo de duração do lançamento e do recolhimento com o tempo que todo o espinhel ficou à deriva, que é a diferença entre o horário de fim do lançamento e início do recolhimento.

Para cada lance de pesca foi registrado o número de tartarugas marinhas de cada espécie capturadas. A cada tartaruga capturada foi registrada a espécie, o comprimento curvilíneo da carapaça – CCC, em cm, tomado do ponto anterior médio do escudo nugal até a ponta posterior dos escudos supracaudais, segundo Bolten (1999), condição física (viva, morta ou desmaiada), local de inserção do anzol (bico, interno = trato digestório, externo ou emaranhada, quando a tartaruga estava enrolada na linha secundária sem o anzol estar preso ao corpo), tipo de anzol (“J”, circular ou “tuna hook”) e tipo de isca (lula, cavalinha, sardinha ou eventualmente outras espécies de peixes).

2.2.2. Análise dos dados

Para cada uma das três estações do ano monitoradas outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro), o ponto médio do local do recolhimento de cada lance de pesca foi plotado em mapas com o Programa ArcGis versão 9.2 e a área monitorada foi dividida em quadrantes de $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$. Para cada quadrante foi calculado o esforço, em número de anzóis através do somatório do número de anzóis de cada lance de pesca no quadrante, o número total de tartarugas capturadas por espécie a partir do somatório do número de

tartarugas de cada espécie em cada lance de pesca no quadrante e a taxa de captura (número de tartarugas/1000 anzóis) no quadrante para cada espécie. Os quadrantes em branco não foram monitorados em nenhuma estação do ano e os quadrantes com zeros indicam que naquela estação do ano não houve esforço, mas em outra estação foi monitorado esforço de pesca naquele quadrante.

Os 62 lances realizados no verão foram utilizados somente na análise da taxa de captura anual e sazonal e excluídos das demais análises.

O teste de χ^2 , com nível de significância de 5% (Zar 1999) foi utilizado para verificar a existência de diferenças na taxa de captura por espécie de tartaruga marinha entre anos e, estação do ano.

Para testar a hipótese de que o número de tartarugas marinhas capturadas é afetado por mudanças nas variáveis ambientais, biológicas e operacionais duas análises multivariadas foram utilizadas, a Análise de Componentes Principais (PCA) e Modelos Lineares Generalizados (GLM).

A PCA foi realizada com as sete variáveis contínuas ano, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade, temperatura superficial do mar e tempo estimado de imersão do espinhel.

Para modelar o número de tartarugas marinhas capturadas para cada espécie (Y) como uma função de dez variáveis explanatórias (ano, estação do ano, distância da isóbata de 200m, latitude, longitude, tempo estimado de imersão do espinhel, temperatura superficial do mar, profundidade, tipo de isca e tipo de anzol) foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM). Duas distribuições de probabilidade, a Poisson e a Binomial Negativa foram examinadas a fim de verificar qual distribuição se ajusta melhor aos dados, de acordo com as fórmulas apresentadas no capítulo 1 dessa

dissertação. O número de anzóis em cada lance foi utilizado como fator de padronização (*offset*) do número de tartarugas capturadas por lance.

As variáveis, ano, distância da isóbata de 200m, latitude, longitude, temperatura superficial do mar, profundidade e tempo estimado de imersão do espinhel são variáveis contínuas e seus valores foram inseridos nos modelos. As demais variáveis são categóricas e foram inseridas com seus respectivos níveis nos modelos. Estação do ano com três níveis (outono, inverno e primavera), tipo de isca com três níveis (lula, peixe ou mista, quando no mesmo lance foram utilizadas lulas e peixes) e tipo de anzol com cinco níveis (JA: somente anzóis “J”, TH: somente “tuna hook”, JC: quando no mesmo lance foram utilizados anzóis “J” e circular, JT: anzóis “J” e “tuna hook” e MI: quando os três tipos de anzóis foram usados no mesmo lance).

Dos 908 lances amostrados 504 foram utilizados nos modelos. Esta redução ocorreu pela falta de informação de alguma variável em 404 lances.

Para algumas das variáveis abióticas coletadas no início e fim do lançamento e recolhimento, utilizou-se o valor médio. Para a temperatura superficial do mar foram utilizadas as médias entre início e fim do lançamento e do recolhimento. Para a profundidade e a posição geográfica foram calculadas as médias do início e fim do recolhimento.

Para selecionar o melhor modelo foi utilizado como critério de escolha os menores valores de Akaike’s Information Criterion – AIC, com base nos valores do Δ_i , conforme descrito no Cap. 1 dessa dissertação.

Inicialmente foi gerado um modelo para cada uma das variáveis e os resultados foram analisados quanto ao nível de significância e o valor do AIC. Posteriormente, as variáveis significativas foram testadas combinadas com uma ou mais variáveis

simultaneamente. Para a escolha do melhor modelo, foram analisados os modelos com Δ_i inferior a dois.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 2.6.0 (R. Development Core Team, 2007) e o programa Statistica for Windows versão 6.0.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. Espécies capturadas e taxas de captura

Entre 2000 e 2007 (em 73 cruzeiros e 908 lances) foram capturadas incidentalmente 1622 tartarugas marinhas, incluindo 1262 *Caretta caretta*, 356 *Dermochelys coriacea*, 2 *Lepidochelys olivacea* e um indivíduo não identificado.

A captura de *C. caretta* ocorreu em 84,9% dos cruzeiros e em 43,4% dos lances. A captura desta espécie variou de um a 93 indivíduos por cruzeiro (Fig. 2.1). Esta captura elevada ocorreu em maio de 2007. Em 79,7% dos lances as capturas variaram de um a quatro indivíduos (Fig. 2.2).

Dermochelys coriacea foi capturada em 67,1% dos cruzeiros e em 19,5% dos lances. Em 62,7% dos lances apenas um indivíduo foi capturado (Fig. 2.3) e em 75,5% dos cruzeiros até seis indivíduos foram capturados (Fig. 2.4). Entretanto, em junho de 2007 foram capturados 95 indivíduos de *D. coriacea* em um cruzeiro.

A taxa de captura de *C. caretta* foi de 1,23 tartarugas/1000 anzóis e de *D. coriacea* foi de 0,35 (Tab. 2.1).

Para 1076 indivíduos de *C. caretta* foi registrada a condição física do animal (vivo, morto ou desmaiado) e destes 93,6% foram colocados a bordo e retornaram ao mar vivos. Das 319 *D. coriacea* com registro da condição física apenas seis estavam mortas.

Dos indivíduos de *C. caretta* com registro do local do corpo onde o anzol estava fígado, 68,6% tiveram o anzol preso ao bico, enquanto 21,1% engoliram o anzol (Fig. 2.5). Das *D. coriacea*, 43,2% foram capturadas por se enrolar na linha secundária e 38,6% tiveram o anzol inserido externamente na carapaça, nadadeiras ou pescoço (Fig. 2.5). Apenas 13 indivíduos de *D. coriacea* engoliram o anzol.

O comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) de *C. caretta* foi de $58,8 \pm 6,6$ cm (médias \pm desvio padrão) (Fig. 2.6). Devido ao grande tamanho da maioria das *D. coriacea* capturadas e conseqüentemente da dificuldade de colocá-las a bordo, apenas 20 indivíduos de *D. coriacea* foram medidos, os quais possuíam entre 66 e 157cm de CCC, ($133,5 \pm 23,2$ cm). Entretanto, é possível que sejam capturados indivíduos maiores de *D. coriacea* e que provavelmente não foram embarcados, o que pode afetar estes resultados.

2.3.2 Distribuição espacial e temporal da captura incidental de tartarugas marinhas

2.3.2.1. Caretta caretta

Foi observada diferença significativa no número de indivíduos capturados entre os anos ($\chi^2 = 381,4$; gl= 7; $p < 0,00001$). O número observado de tartarugas capturadas em 2001 e de 2003 a 2005 foi no mínimo duas vezes menor do que o esperado. O ano de

2007 foi o que apresentou a maior taxa de captura de *C. caretta*, com 1,94 tartarugas/1000 anzóis, seguido de 2002 (1,57) (Tab. 2.1).

Também foi observada variação sazonal no número de capturas de *C. caretta* ($\chi^2=85,6$; gl= 3; $p<0,00001$). No verão e no outono foram observadas as maiores taxas de captura, com respectivamente 1,89 e 1,51 tartarugas/1000 anzóis (Tab. 2.2).

No outono e no inverno as capturas ocorreram principalmente entre 27° e 37°S próximo à quebra da plataforma e também na região oceânica adjacente, entretanto esta foi a área com maior esforço pesqueiro em ambas as estações (Fig. 2.7 e 2.8). Nos quadrantes da Elevação do Rio Grande e adjacências foram observadas as maiores taxas de captura em todas as estações, contudo no outono a informação é referente a apenas um lance.

2.3.2.2. *Dermochelys coriacea*

Para *D. coriacea* também foi observada diferença significativa no número de indivíduos capturados anualmente ($\chi^2=112,4$; gl= 7; $p<0,00001$) e entre as estações do ano ($\chi^2=137,5$; gl= 3; $p<0,00001$). As maiores taxas de captura foram registradas em 2003 (0,71 tartarugas/1000 anzóis) e 2007 (0,53) (Tab. 2.1). Em cinco dos oito anos monitorados o número observado de tartarugas capturadas foi no mínimo a metade do valor esperado. O outono foi a estação com a maior taxa de captura de *D. coriacea*, com 0,65 tartarugas/1000 anzóis (Tab. 2.2).

Em todas as estações as maiores taxas de captura ocorreram próximo à quebra da plataforma, estando no outono e no inverno ao longo de toda a área monitorada (Fig. 2.10 e 2.11) e na primavera próximo aos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, e do Uruguai (Fig. 2.12).

2.3.3. Efeito de variáveis ambientais e operacionais na captura das tartarugas marinhas

As sete variáveis contínuas utilizadas na análise de componentes principais foram inseridas nos modelos lineares generalizados porque cada componente principal explicou uma porcentagem pequena da estrutura de variância e covariância das variáveis (Tab. 2.3).

Nos modelos com uma única variável explicativa a distribuição Binomial Negativa se ajustou melhor aos dados, apresentando reduções de até 28% no valor do AIC para *C. caretta* e de 8% para *D. coriacea* em relação aos modelos com distribuição de Poisson (Tab. 2.4 e 2.5). Desta forma para os modelos combinando duas ou mais variáveis foi utilizada somente a distribuição Binomial Negativa.

2.3.3.1. *Caretta caretta*

Individualmente, somente a profundidade e a temperatura superficial do mar não causaram mudanças significativas no número médio de indivíduos de *C. caretta* capturados.

Foram realizadas combinações entre as variáveis significativas e gerados 66 modelos. Seis modelos com Δi inferior a dois foram comparados ao modelo com menor valor de AIC (Tab. 2.6). Foi selecionado como melhor modelo aquele que continha o menor valor de AIC, mas também por ser mais parcimonioso em comparação com os modelos de valores de AIC similares. O modelo contendo as variáveis ano, latitude, tipo de isca e de anzol, tempo estimado de imersão do espinhel e distância da isóbata de 200m foi considerado o modelo com melhor poder de explicação de variações na captura de *C. caretta*.

Acréscimos na latitude e no tempo estimado de imersão do espinhel explicaram significativamente o aumento na captura. A captura também foi maior em anos recentes. Por outro lado, foram observadas reduções significativas na captura com o uso de peixes como isca em relação a lulas e com o afastamento da isóbata de 200m (Tab. 2.8). O tipo de anzol utilizado também explicou diferenças significativas na captura. Foram observados aumentos com o uso de anzóis “J” e “tuna hook”, e com o uso de anzóis “J” e circular em relação ao uso de somente anzóis “J” e reduções com a combinação de anzóis “J”, “tuna hook” e circular (Tab. 2.8).

2.3.3.2. *Dermochelys coriacea*

Individualmente foram observadas reduções significativas na captura de *D. coriacea* com acréscimos no valor das variáveis latitude, distância da isóbata de 200m e profundidade, e aumentos na captura foram observados no outono em relação ao inverno, com o uso de anzóis “J” e circular em relação ao uso somente de anzóis “J”, e com acréscimos na longitude e na temperatura superficial do mar.

O modelo contendo as variáveis estação do ano, ano, latitude e longitude, apesar de não ter o menor valor de AIC foi selecionado como o melhor modelo por ser o mais parcimonioso e por apresentar Δ_i inferior a dois. Os resultados deste modelo mostram que o número médio de indivíduos de *D. coriacea* capturados foi maior em anos mais recentes, mais ao norte e mais a oeste e no outono em comparação com o inverno (Tab. 2.9).

Diferentemente de *C. caretta* o tipo de isca e o tempo estimado de imersão do espinhel não explicaram mudanças significativas na captura de *D. coriacea*.

2.4. DISCUSSÃO

2.4.1. Espécies capturadas e taxa de captura

Caretta caretta foi capturada com maior frequência e em maior número do que *Dermochelys coriacea*. Na frota uruguaia que atua no Atlântico Sudoeste este padrão também é observado (Achaval *et al.* 2000, Domingo *et al.* 2003). *Caretta caretta* é a espécie mais capturada em espinhéis no mundo inteiro (Lewison *et al.* 2004). Indivíduos de *C. caretta* são capturados por consumir as iscas presas aos anzóis, enquanto indivíduos de *D. coriacea* são geralmente capturados pelas nadadeiras ou enrolados nas linhas (Witzell 1999). Esta diferença na maneira como as espécies são capturadas está provavelmente relacionada com os hábitos alimentares das duas espécies. Enquanto *D. coriacea* alimenta-se principalmente de águas-vivas (James & Herman 2001) e por isto não busca as iscas (lulas e peixes) dos espinhéis, *C. caretta* é uma espécie oportunista, alimentando-se de uma ampla variedade de presas (Parker *et al.* 2002), o que a torna mais suscetível à captura em espinhéis por consumir as iscas que estão presas aos anzóis.

O desenvolvimento ontogenético de *C. caretta* envolve um estágio juvenil pelágico (Musick & Limpus 1997, Bolten 1998). De acordo com Bjorndal *et al.* (2001) *C. caretta* inicia o recrutamento do habitat pelágico para o nerítico entre 46 e 64 cm de CCC. Desta forma, a maioria dos animais capturados em espinhéis no sudeste-sul do Brasil, os quais apresentam CCC médio de 58,8cm estão provavelmente na fase de desenvolvimento pelágico.

No Atlântico Norte a dieta de indivíduos de *C. caretta* capturados em redes de emalhe de deriva foi composta principalmente de organismos flutuantes, incluindo

espécies de gastrópodes, cracas e caranguejos pelágicos (Parker *et al.* 2002). Estudos sobre a dieta de *C. caretta* na fase pelágica no Atlântico Sudoeste iniciaram recentemente.

As taxas de captura registradas neste estudo para *C. caretta* de 1,23 tartarugas/1000 anzóis e para *D. coriacea* de 0,35 tartarugas/1000 anzóis são inferiores as taxas registradas por Kotas *et al.* (2004), de 4,31 tartarugas/1000 anzóis para *C. caretta* e de 0,59 para *D. coriacea*, para a mesma área. Entretanto, no estudo de Kotas *et al.* (2004) a amostragem é referente a apenas 34 lances, sendo que em dois cruzeiros a captura de tartarugas foi muito alta o que gerou taxas elevadas de captura para as duas espécies em virtude do baixo esforço. Na frota do Uruguai que também atua no Atlântico Sudoeste foram observadas taxas de captura de 0,81 tartarugas/1000 anzóis para *C. caretta* e 0,35 para *D. coriacea* entre 1994 e 1996 (Achaval *et al.* 2000) e de 1,18 tartarugas/1000 anzóis para *C. caretta* e 0,19 para *D. coriacea* entre 1998 e 2000 (Domingo *et al.* 2003).

A maioria (68,6%) dos indivíduos de *C. caretta* capturados tiveram o anzol preso ao bico e de *D. coriacea* estavam emaranhados na linha secundária (43,2%) ou com o anzol preso externamente ao corpo (38,6%). Apenas treze indivíduos de *D. coriacea* (4,3%) engoliram o anzol. Padrão semelhante foi observado por Watson *et al.* (2005) no Atlântico Nordeste, onde 68,8% dos 80 indivíduos de *C. caretta* capturados com anzol “J” ingeriram o anzol e somente 6,6% dos 122 indivíduos de *D. coriacea* capturados engoliram o anzol, sendo a maioria capturada com o anzol preso nas nadadeiras, ombros ou axilas.

Entretanto a sobrevivência pós-captura, principalmente de *C. Caretta* tem sido questionada e motivado diversos estudos. Watson *et al.* (2005) consideram que a ingestão do anzol é provavelmente a forma mais letal de interação com os anzóis. No

presente estudo 21,1% dos indivíduos de *C. caretta* engoliram os anzóis. Hays *et al.* (2003) sugerem mortalidade de 31% das diversas espécies de tartarugas marinhas capturadas por espinhel. Chaloupka *et al.* (2004) identificaram maior taxa de mortalidade em *C. caretta* que ingeriram o anzol do que aquelas com anzol preso na boca ou externamente. Estes autores também sugerem que ferimentos graves causados pela captura podem ocasionar a morte da tartaruga até 90 dias após a liberação.

2.4.2. Variações na taxa de captura

Maiores taxas de captura de *C. caretta* foram observadas no outono e no verão e de *D. coriacea* ocorreram no outono. Entretanto o esforço no verão é pequeno comparado com as outras estações para concluir que é uma época crítica para *C. caretta* e com baixa captura de *D. coriacea*. A taxa de captura no outono foi significativamente maior para *C. caretta* e *D. coriacea* em comparação com o inverno e a primavera podendo estar relacionada com variações na temperatura superficial do mar.

Observou-se nos modelos com uma única variável que acréscimos na temperatura superficial do mar explicam aumentos na captura de *D. coriacea*. Zavialov *et al.* (1998) observaram para a área da quebra da plataforma continental no Rio Grande do Sul gradientes de temperatura no outono entre 18° e 23°C, no inverno entre 13° e 19°C e na primavera entre 18° e 20°C. Watson *et al.* (2005) observaram que acréscimos de 0,6°C na temperatura aumentaram em 25-35% a taxa de captura de *C. caretta*, e em 14-22% a taxa de captura de *D. coriacea*. Sugere-se a realização de estudos específicos para verificar a relação das capturas das tartarugas marinhas com a temperatura superficial do mar por estação do ano para confirmar essa hipótese.

A região da Elevação do Rio Grande e adjacências é uma área crítica para *C. caretta* na primavera quando o esforço pesqueiro nessa região aumenta (Mayer & Andrade 2005) e pode ser uma área importante no outono e no inverno, devido aos registros de taxas elevadas, mas com esforço muito reduzido para conclusões. No outono e no inverno o talude superior do Rio Grande do Sul e Santa Catarina é uma região crítica para *C. caretta* com altas taxas de captura e elevado esforço pesqueiro (Mayer & Andrade 2005). A captura de *D. coriacea* esteve concentrada próximo à quebra da plataforma continental em todas as estações, com capturas distribuídas ao longo das regiões sul e sudeste.

A captura de *C. caretta* e *D. coriacea* diminui com o aumento da distância da isóbata de 200m, reafirmando que a quebra da plataforma continental é uma região de extrema importância para as tartarugas marinhas.

Também observou-se que variações no tempo estimado de imersão do espinhel explicou mudanças significativas na captura de *C. caretta*, entretanto para *D. coriacea* isto não ocorreu. Padrão semelhante foi observado por Watson *et al.* (2005) onde acréscimos de um minuto no tempo de imersão sugeriram aumentos na captura de *C. caretta* de 0,6-0,8% e não tiveram efeito na captura de *D. coriacea*. Pradhan & Leung (2006) também observaram maior captura de tartarugas marinhas com aumento no tempo de imersão do espinhel no Havaí.

A captura de *C. caretta* foi significativamente maior quando foram utilizadas lulas como isca, corroborando dados de Watson *et al.* (2005), que observaram reduções na captura de *C. caretta* com o uso de cavalinha. Para *D. coriacea* o tipo de isca não foi uma variável significativa, o que está de acordo com o registro de que a maioria das

capturas de *D. coriacea* foi por emaranhamento nas linhas do espinhel ou com os anzóis presos externamente ao corpo.

Individualmente o tipo de anzol foi uma variável significativa para as duas espécies de tartaruga. Para *C. caretta* foi observado reduções na captura com a combinação de anzóis “J” e “tuna hook”, e a combinação desses dois com anzóis circulares em comparação com anzóis “J”. Entretanto no modelo selecionado foi observado aumento na captura de *C. caretta* com o uso de anzóis “J” e circulares em comparação com o uso somente de anzóis “J”. Este resultado não era esperado, porque o uso de anzóis circulares em substituição aos anzóis “J” tem demonstrado ser uma medida eficiente na redução da captura de tartarugas marinhas em muitas áreas. Watson *et al.* (2005) observaram reduções de 90% na captura de *C. caretta* com o uso de anzóis circulares e cavalinha. Os resultados com relação ao tipo de anzol não são conclusivos e provavelmente estão alterados pela maneira como foram analisados em categorias com mais de um tipo de anzol. A análise mais adequada deveria ser realizada incluindo a quantidade de cada tipo de anzol utilizado, entretanto esta informação não foi coletada em vários lances e por isto foi realizada a análise apenas qualitativa do tipo de anzol. Análises específicas sobre a eficiência de anzóis circulares na redução da captura de tartarugas marinhas estão sendo realizadas pelo Projeto TAMAR/ICMBio.

No presente estudo os lances de pesca foram considerados unidades amostrais independentes, embora exista uma estrutura hierárquica dos dados, pois em cada cruzeiro foram realizados em média doze lances, os quais possuem características em comum como a área de pesca e as estratégias de pesca utilizadas pelo mestre na captura das espécies-alvo. Além disto, foram monitorados mais de um cruzeiro da mesma embarcação pesqueira. Pelo fato de que quando existe dependência entre as unidades

amostrais a variância residual tende a ser subestimada, o que pode alterar as precisões das estimativas dos parâmetros, recomenda-se que em análises futuras seja considerada essa característica hierárquica dos dados na formulação do modelo.

Em 56,6% dos lances monitorados nenhum indivíduo de *C. caretta* foi capturado e em 80,5% dos lances não ocorreu captura de *D. coriacea*. É possível que em alguns destes lances a captura não tenha ocorrido porque as espécies não estavam presentes na área monitorada ou ocorreram em densidades tão baixas que a probabilidade de captura era muito pequena. Desta forma, é possível que exista um excesso de zeros nos modelos o que pode alterar a interpretação dos resultados. Entretanto, determinar se as espécies estavam presentes e qual a densidade é difícil. Atualmente, pesquisadores de várias áreas, incluindo estatísticos têm se reunido para buscar a melhor alternativa para a resolução do problema deste tipo de zeros incluídos nos modelos.

2.5. CONCLUSÕES

- O talude superior do Rio Grande do Sul e Santa Catarina é uma região crítica para conservação de *C.caretta* no outono e no inverno;
- A região da Elevação do Rio Grande e adjacências é uma área crítica para *C. caretta* na primavera;
- A região da quebra da plataforma continental no sul e sudeste do Brasil é uma importante área para *D. coriacea*;
- A captura de *C. caretta* aumenta com o aumento do tempo de imersão do espinhel;
- O uso de peixes como isca reduz a captura de *C. caretta*;
- O ano, a latitude, o tipo de isca e de anzol utilizado, a distância da isóbata de 200m e o tempo de imersão do espinhel são as variáveis que em conjunto melhor explicam variações na captura de *C. caretta*;
- O ano, a estação do ano, a latitude e a longitude são as variáveis que em conjunto melhor explicam variações na captura de *D. coriacea*.

TABELAS

Tabela 2.1. Esforço de monitoramento anual, em número de cruzeiros, lances e anzóis da pescaria com espinhel pelágico, número de indivíduos capturados e taxa de captura de *Caretta caretta* e de *Dermochelys coriacea*. TC significa taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis).

| Ano | Nº de cruzeiros | Nº de lances | Nº de anzóis | Nº <i>C.caretta</i> | Nº <i>D. coriacea</i> | TC <i>C.caretta</i> | TC <i>D.coriacea</i> |
|--------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 2000 | 1 | 18 | 16 767 | 17 | 0 | 1,01 | 0 |
| 2001 | 5 | 53 | 55 086 | 7 | 3 | 0,13 | 0,05 |
| 2002 | 6 | 80 | 94 700 | 149 | 18 | 1,57 | 0,19 |
| 2003 | 3 | 46 | 50 494 | 3 | 36 | 0,06 | 0,71 |
| 2004 | 7 | 81 | 91 159 | 44 | 16 | 0,48 | 0,18 |
| 2005 | 16 | 214 | 236 143 | 163 | 63 | 0,69 | 0,27 |
| 2006 | 7 | 77 | 87 997 | 109 | 9 | 1,24 | 0,10 |
| 2007 | 28 | 339 | 396 470 | 769 | 211 | 1,94 | 0,53 |
| Total | 73 | 908 | 1 028 816 | 1261 | 356 | 1,23 | 0,35 |

Tabela 2.2. Esforço monitorado em número de anzóis e de lances da pescaria com espinhel pelágico, número de indivíduos capturados e taxa de captura de *Caretta caretta* e de *Dermochelys coriacea* para cada uma das estações do ano. TC significa taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis).

| Estação do ano | Nº de anzóis | Nº de lances | Nº de <i>C. caretta</i> | Nº de <i>D. coriacea</i> | TC <i>C. caretta</i> | TC <i>D. coriacea</i> |
|-----------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Outono | 340 592 | 289 | 513 | 220 | 1,51 | 0,65 |
| Inverno | 409 113 | 369 | 451 | 95 | 1,10 | 0,23 |
| Primavera | 208 125 | 188 | 163 | 36 | 0,78 | 0,17 |
| Verão | 70 986 | 62 | 134 | 5 | 1,89 | 0,07 |

Tabela 2.3. Porcentagem de explicação de cada componente na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis, ano, tempo estimado de imersão do espinhel, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade e temperatura superficial do mar.

| Componente Principal | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Porcentagem de explicação (%) | 22,09 | 19,73 | 15,14 | 12,07 | 11,61 | 8,85 | 8,33 |

Tabela 2.4. Comparação entre os valores de Akaike's Information Criterion (AIC) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa para *Caretta caretta*. $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis})$ é o fator de padronização (*offset*) do número de tartarugas marinhas capturadas pelo número de anzóis por lance. (função de ligação=log).

| Modelos | AIC |
|--|------------|
| M1: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis})$ (Poisson) | 2 308,98 |
| M2: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano}$ (Poisson) | 2 076,35 |
| M3: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{estação do ano}$ (Poisson) | 2 240,22 |
| M4: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{latitude}$ (Poisson) | 2 255,29 |
| M5: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{longitude}$ (Poisson) | 2 264,35 |
| M6: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de isca}$ (Poisson) | 2 127,11 |
| M7: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de anzol}$ (Poisson) | 2 209,53 |
| M8: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tempo de imersão do espinhel}$ (Poisson) | 2 205,95 |
| M9: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{distância da isóbata de 200m}$ (Poisson) | 2 290,46 |
| M10: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{profundidade}$ (Poisson) | 2 305,39 |
| M11: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{temperatura do mar}$ (Poisson) | 2 309,79 |
| M1: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis})$ (Binomial Negativa) | 1 665,62 |
| M2: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano}$ (Binomial Negativa) | 1 599,92 |
| M3: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{estação do ano}$ (Binomial Negativa) | 1 653,73 |
| M4: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{latitude}$ (Binomial Negativa) | 1 644,12 |
| M5: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{longitude}$ (Binomial Negativa) | 1 655,64 |
| M6: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de isca}$ (Binomial Negativa) | 1 620,39 |
| M7: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de anzol}$ (Binomial Negativa) | 1 641,17 |
| M8: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tempo de imersão do espinhel}$ (Bin. Negativa) | 1 643,90 |
| M9: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{distância da isóbata de 200m}$ (Bin. Negativa) | 1 661,95 |
| M10: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{profundidade}$ (Binomial Negativa) | 1 665,90 |
| M11: $\log(\text{n}^\circ \text{ de anzóis}) + \text{temperatura do mar}$ (Binomial Negativa) | 1 667,48 |

Tabela 2.5. Comparação entre os valores de Akaike's Information Criterion (AIC) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa para *Dermochelys coriacea*. $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ é o fator de padronização (*offset*) do número de tartarugas marinhas capturadas pelo número de anzóis por lance. (função de ligação=log).

| Modelos | AIC |
|---|------------|
| M1: $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ (Poisson) | 709,31 |
| M2: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano}$ (Poisson) | 709,22 |
| M3: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{estação do ano}$ (Poisson) | 704,45 |
| M4: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{latitude}$ (Poisson) | 670,16 |
| M5: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{longitude}$ (Poisson) | 700,55 |
| M6: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de isca}$ (Poisson) | 712,75 |
| M7: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de anzol}$ (Poisson) | 697,77 |
| M8: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tempo de imersão do espinhel}$ (Poisson) | 711,24 |
| M9: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{distância da isóbata de 200m}$ (Poisson) | 669,35 |
| M10: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{profundidade}$ (Poisson) | 685,99 |
| M11: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{temperatura do mar}$ (Poisson) | 662,52 |
| M1: $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ (Binomial Negativa) | 654,15 |
| M2: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano}$ (Binomial Negativa) | 654,72 |
| M3: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{estação do ano}$ (Binomial Negativa) | 653,32 |
| M4: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{latitude}$ (Binomial Negativa) | 630,46 |
| M5: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{longitude}$ (Binomial Negativa) | 648,50 |
| M6: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de isca}$ (Binomial Negativa) | 657,88 |
| M7: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tipo de anzol}$ (Binomial Negativa) | 650,19 |
| M8: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{tempo de imersão do espinhel}$ (Bin. Negativa) | 656,11 |
| M9: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{distância da isóbata de 200m}$ (Bin. Negativa) | 627,25 |
| M10: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{profundidade}$ (Binomial Negativa) | 639,69 |
| M11: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{temperatura do mar}$ (Binomial Negativa) | 622,82 |

Tabela 2.6. Modelos para *C. caretta* que tiveram Δ_i inferior a dois. $\log(n^\circ \text{ de anzóis})$ = fator de padronização do número de tartarugas capturadas pelo número de anzóis por lance; lat = latitude; long = longitude; dist = distância da isóbata de 200m, em km; prof = profundidade, tsm= temperatura superficial do mar; t.isca=tipo de isca; t.anzol= tipo de anzol; tie=.tempo estimado de imersão do espinhel; e.ano= estação do ano.

| Modelo | AIC | Δ_i |
|--|------------|------------------------------|
| M66: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{lat} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{tie} + \text{dist}$ | 1523,00 | 0 |
| M63: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{dist} + \text{tsm}$ | 1523,10 | 0,10 |
| M64: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{tie} + \text{dist} + \text{tsm} + \text{prof}$ | 1523,68 | 0,68 |
| M72: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{lat} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{tie} + \text{dist} + \text{prof}$ | 1523,79 | 0,79 |
| M65: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{lat} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{tie} + \text{dist} + \text{tsm}$ | 1524,28 | 1,28 |
| M58: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{tie} + \text{dist}$ | 1524,42 | 1,42 |
| M62: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{ano} + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{t.isca} + \text{t. anzol} + \text{tie} + \text{dist} + \text{prof}$ | 1524,94 | 1,94 |

Tabela 2.7. Modelos para *Dermochelys coriacea* que tiveram Δ_i inferior a quatro. $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) = \text{fator de padronização do número de tartarugas capturadas pelo número de anzóis por lance}$; lat = latitude; long = longitude; dist = distância da isóbata de 200m, em km; e.ano= estação do ano; tsm= temperatura superficial do mar.

| Modelo | AIC | Δ_i |
|--|------------|------------------------------|
| M62: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{ano} + \text{tsm}$ | 594,08 | 0 |
| M32: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{ano}$ | 595,65 | 1,61 |
| M61: $\log(n^\circ \text{ de anzóis}) + \text{e. ano} + \text{lat} + \text{long} + \text{ano} + \text{dist}$ | 596,90 | 2,82 |

Tabela 2.8. Estimativa do parâmetro, erro padrão da estimativa do parâmetro, valor da estatística do teste (z) e valor do p para o modelo selecionado para *C. caretta*. O tipo de isca foi comparado com a categoria lulas e o tipo de anzol com o anzol “J”. JC= anzol “J” e circular; JT= anzol “J” e “tuna hook”, MI= anzol “J”, “tuna hook” e circular; TH= anzol “tuna hook”; Tie= tempo de imersão do espinhel; Dist= distância da isóbata de 200m.

| Parâmetro | Estimativa | Erro padrão | z | p |
|---|-------------------|--------------------|----------|----------|
| Intercepto | -4,982e+02 | 1,131e+02 | -4,404 | 1,06e-05 |
| Ano | 2,428e-01 | 5,649e-02 | 4,299 | 1,72e-05 |
| Latitude | 1,190e-01 | 2,774e-02 | 4,290 | 1,78e-05 |
| T. Iscamista | -4,552e-01 | 1,896e-01 | -2,401 | 0,0164 |
| T. Iscapeixe | -1,133e+00 | 2,240e-01 | -5,058 | 4,23e-07 |
| T. Anzol JC | 4,825e-01 | 1,905e-01 | 2,534 | 0,0113 |
| T. Anzol JT | 9,710e-01 | 2,989e-01 | 3,249 | 0,0012 |
| T. Anzol MI | -1,810e+00 | 5,621e-01 | -3,221 | 0,0013 |
| T. Anzol TH | 1,712e-01 | 3,628e-01 | 0,472 | 0,6370 |
| Tie | 1,277e-03 | 4,624e-04 | 2,762 | 0,0057 |
| Dist | -4,493e-04 | 1,482e-04 | -3,033 | 0,0024 |
| θ (parâmetro de sobre-dispersão no modelo Binomial Negativo) | 0,920 | 0,120 | ----- | ----- |

Tabela 2.9. Estimativa do parâmetro, erro padrão da estimativa do parâmetro, valor da estatística do teste (z) e valor do p para o modelo selecionado para *D. coriacea*. As estações do ano foram comparadas com o inverno.

| Parâmetro | Estimativa | Erro padrão | z | p |
|--|-------------------|--------------------|----------|----------|
| Intercepto | -585,298 | 168,517 | -3,473 | 0,0005 |
| Ano | 0,288 | 0,084 | 3,426 | 0,0006 |
| E.Ano Outono | 0,682 | 0,239 | 2,846 | 0,0044 |
| E.Ano Primavera | 0,717 | 0,302 | 2,370 | 0,0178 |
| Latitude | -0,339 | 0,051 | -6,622 | 3,55e-11 |
| Longitude | 0,175 | 0,044 | 3,983 | 6,80e-05 |
| θ (parâmetro de sobre- dispersão no modelo Binomial Negativo) | 0,788 | 0,242 | ----- | ----- |

FIGURAS

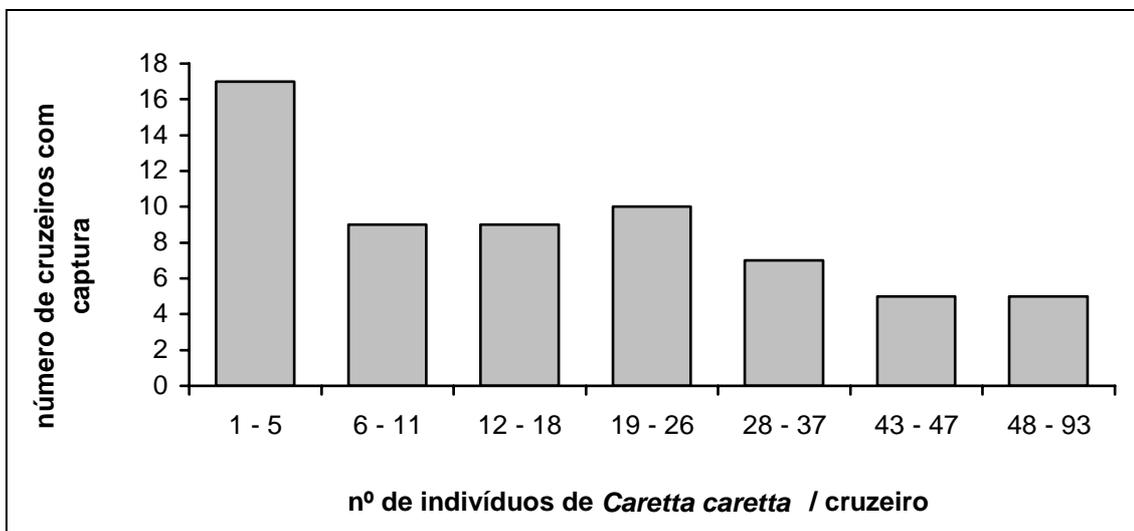


Figura 2.1. Distribuição de freqüência do número de indivíduos de *Caretta caretta* capturados por cruzeiro. Em cinco cruzeiros não foi observada captura desta espécie.

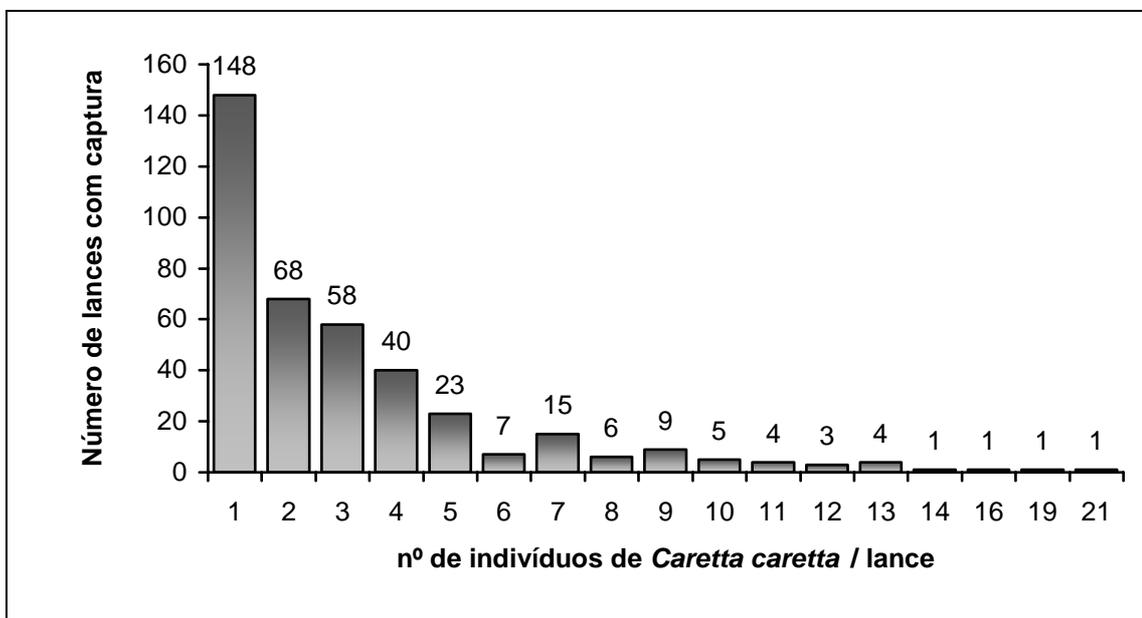


Figura 2.2. Distribuição de freqüência do número de indivíduos de *Caretta caretta* capturados por lance. O número de lances sem captura foi de 514.

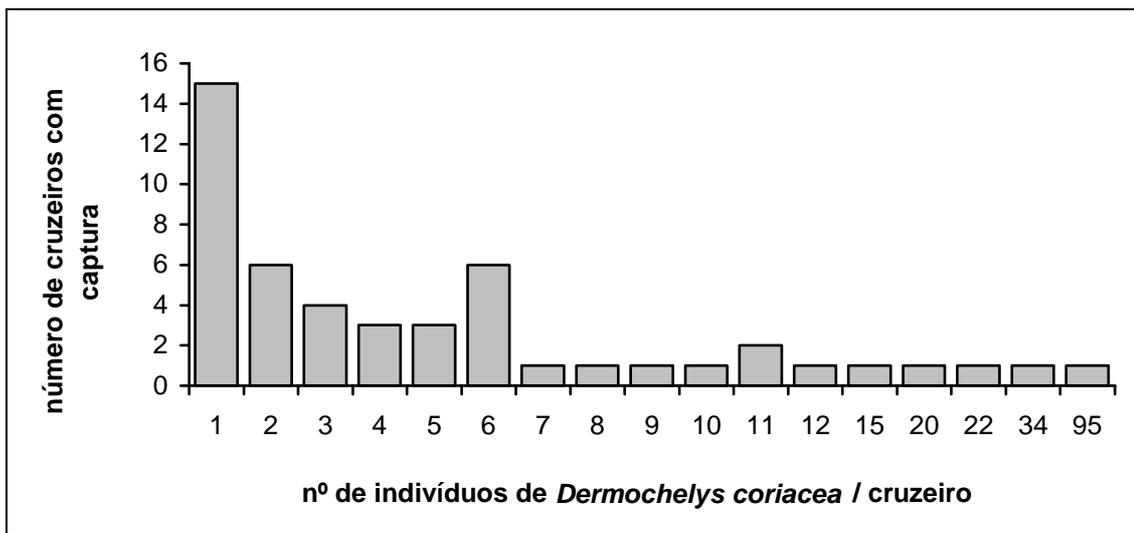


Figura 2.3. Distribuição de freqüência do número de indivíduos de *Dermochelys coriacea* capturados por cruzeiro. Em onze cruzeiros não ocorreu captura desta espécie.

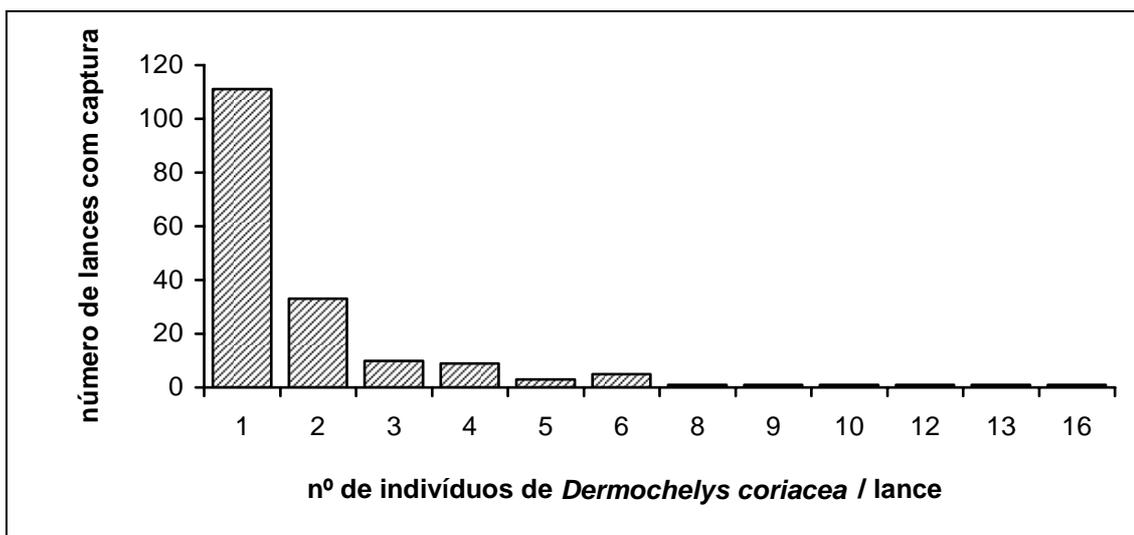


Figura 2.4. Distribuição de freqüência do número de indivíduos de *Dermochelys coriacea* capturados por lance. Em 731 lances não ocorreu captura desta espécie.

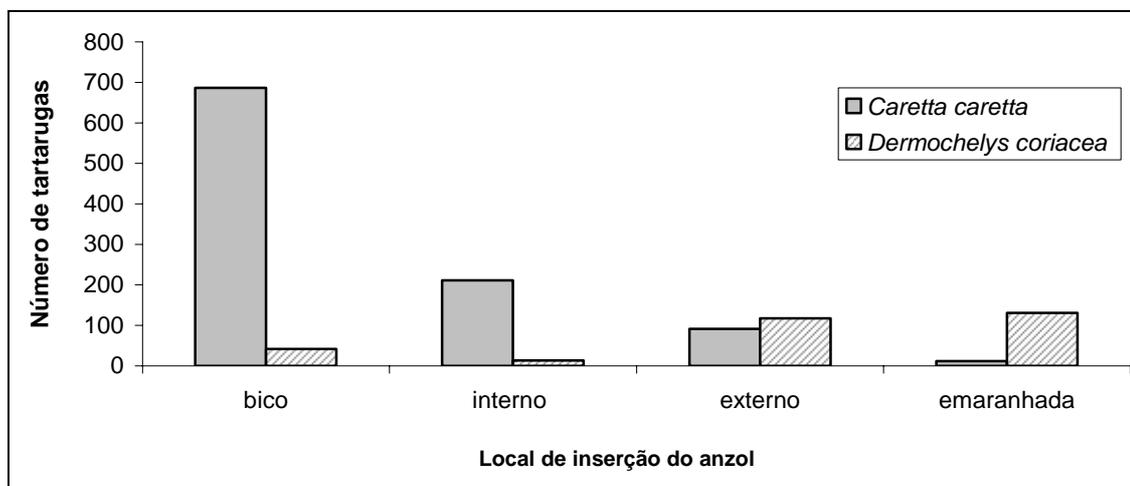


Figura 2.5. Local de inserção do anzol nas tartarugas marinhas. *C. caretta* (n=1 001), *D. coriacea* (n= 303).

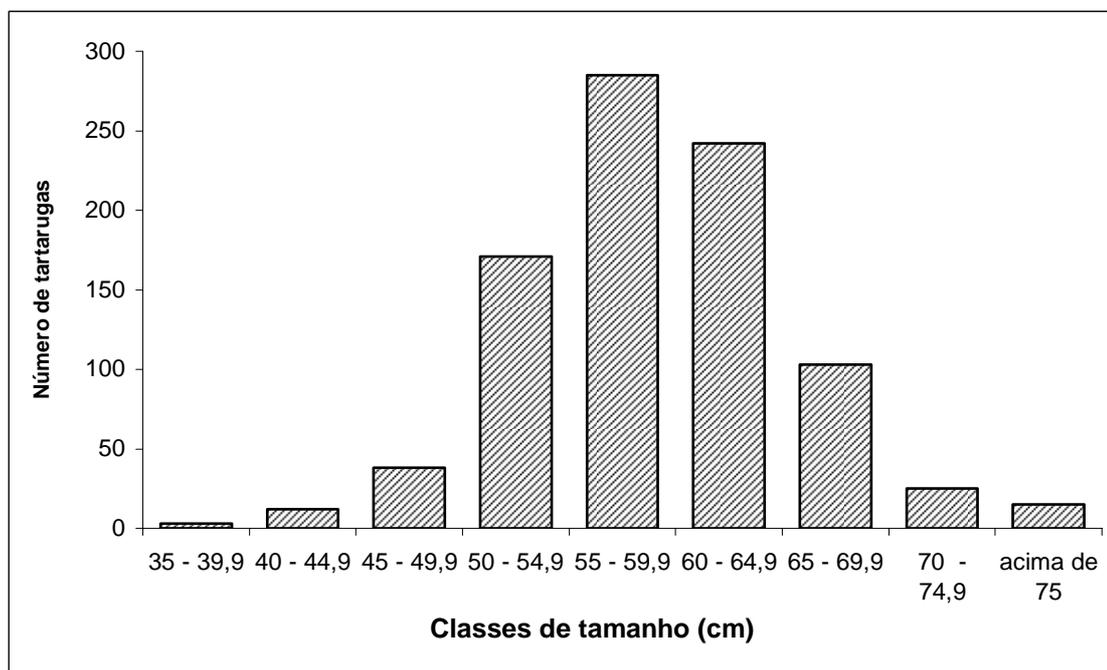


Figura 2.6. Classes de tamanho dos indivíduos de *Caretta caretta* capturados incidentalmente na pescaria com espinhel pelágico. A biometria foi realizada em 894 animais.

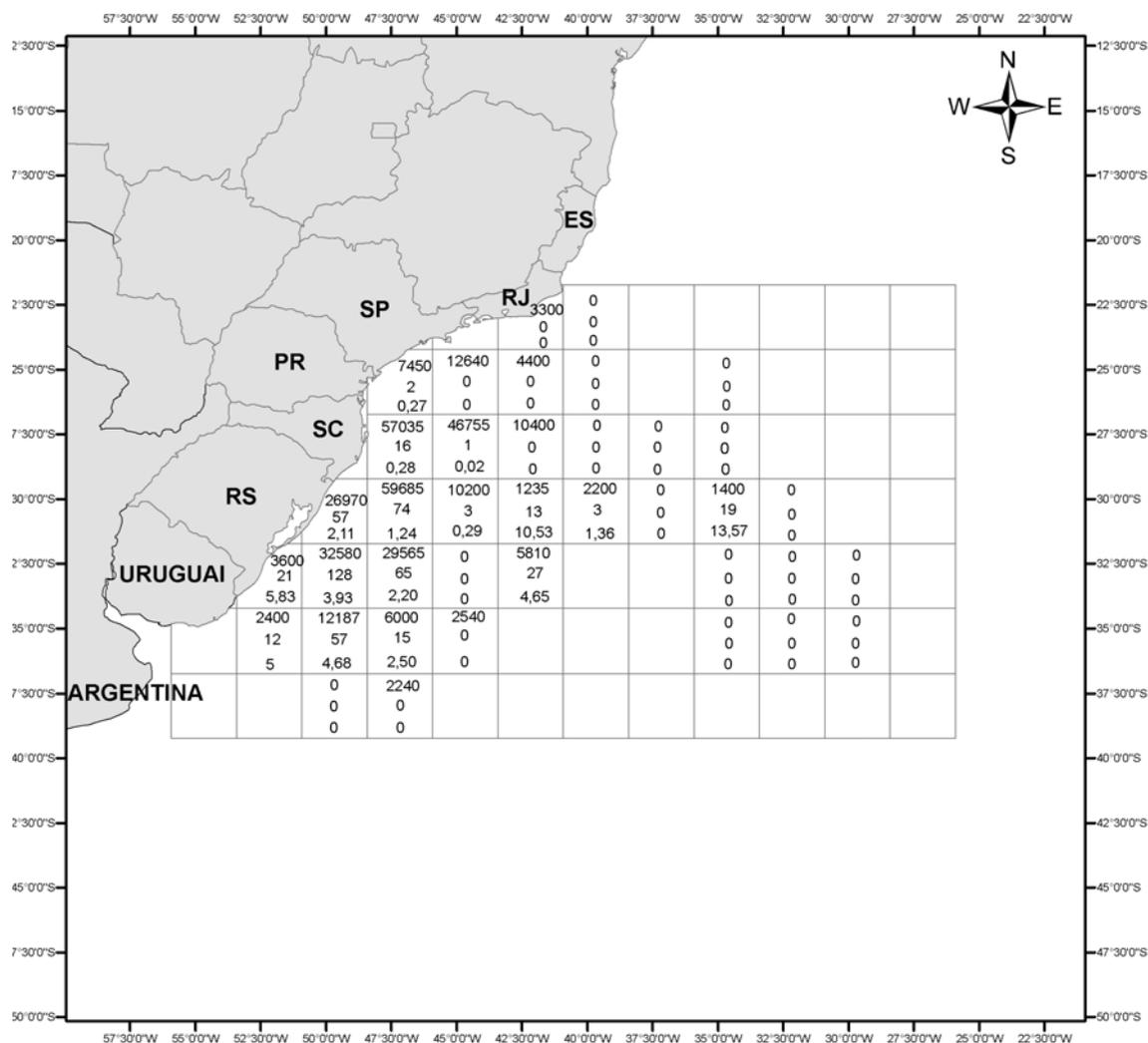


Figura 2.7. Esforço de pesca, número de *C. caretta* capturadas e taxa de captura no outono de 2001 a 2007 (esforço total = 289 lances e 340 592 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de *C. caretta* capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis).

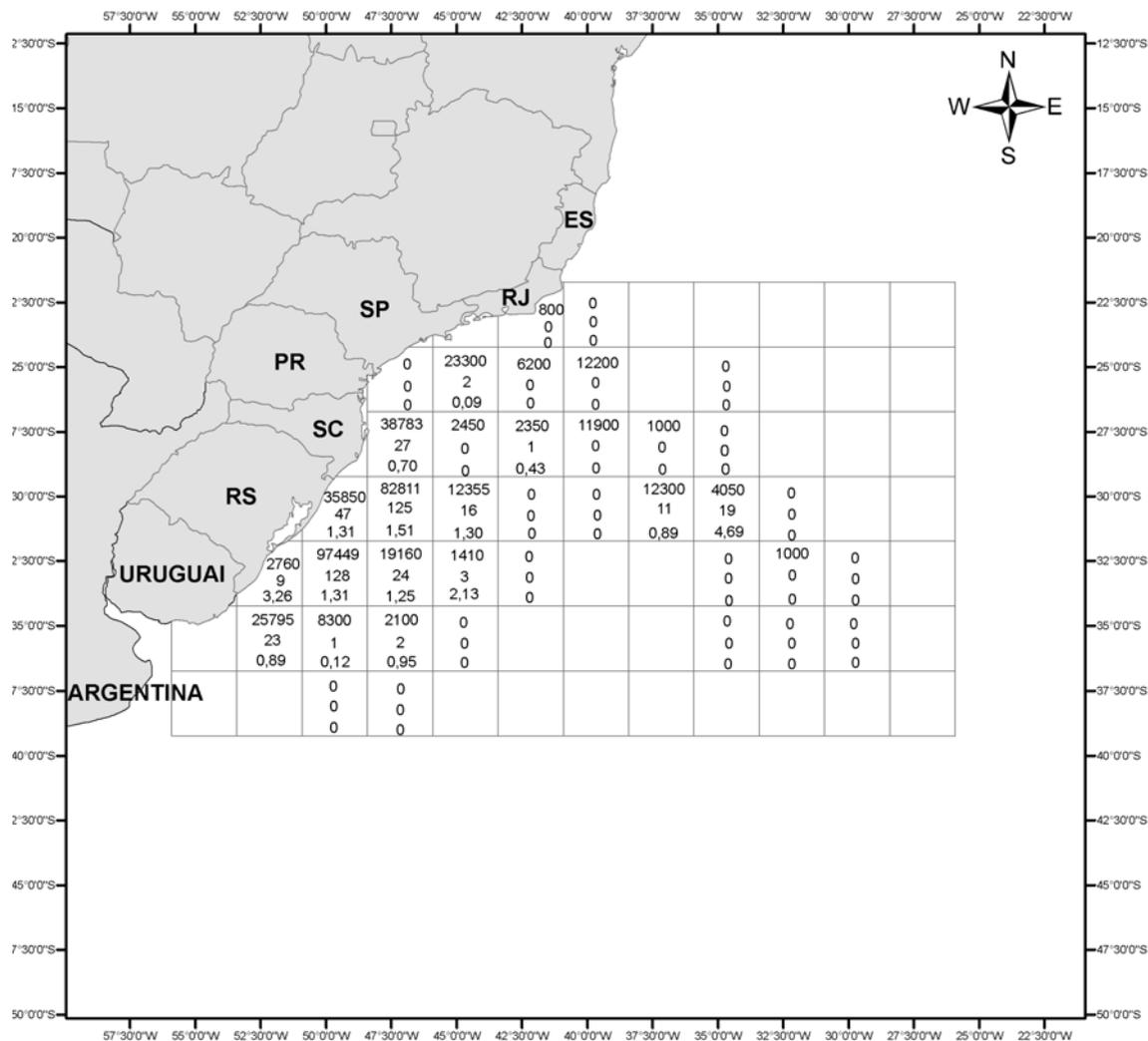


Figura 2.8. Esforço de pesca, número de *C. caretta* capturadas e taxa de captura no inverno de 2001 a 2007 (esforço total = 364 lances e 404 323 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de *C. caretta* capturada e a taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis).

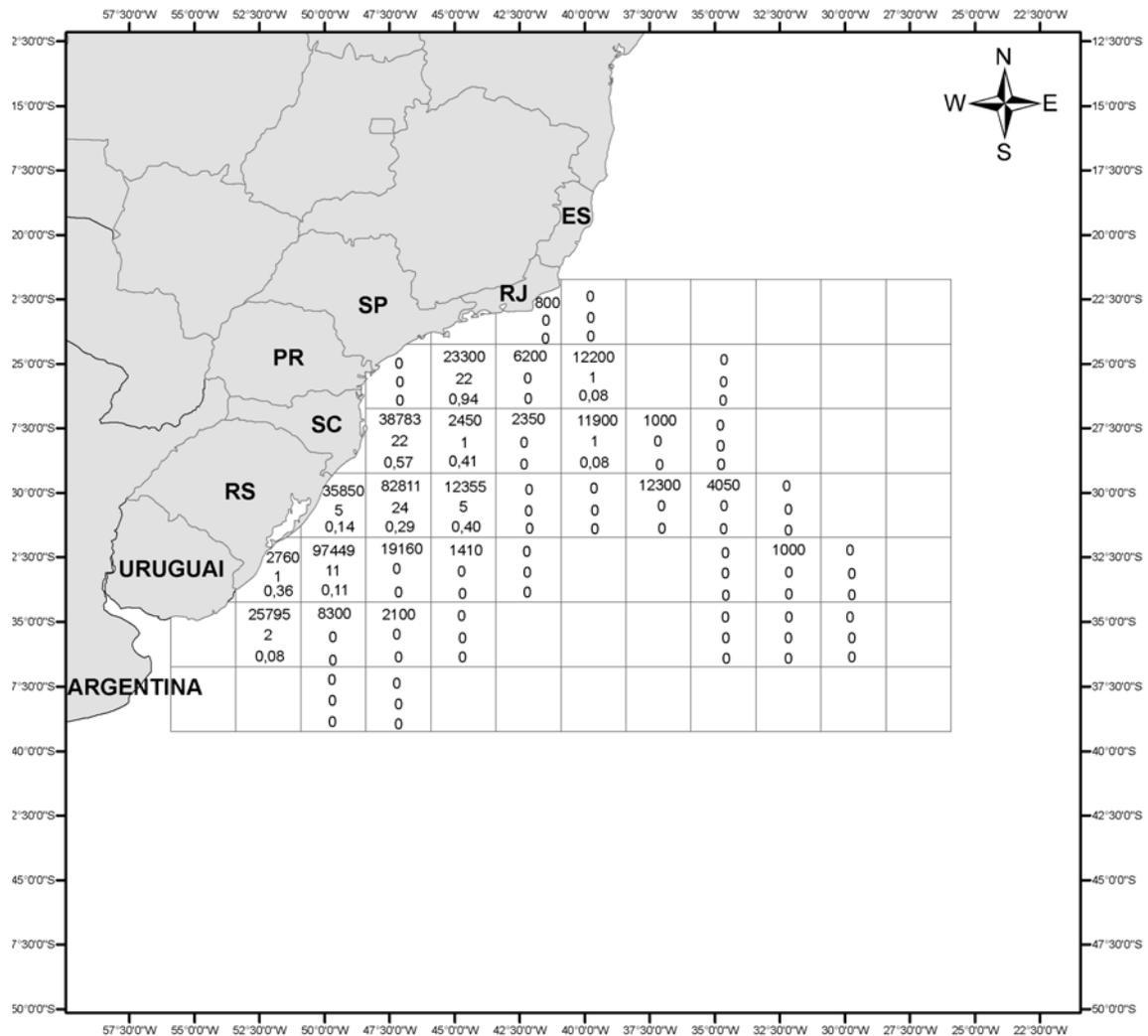


Figura 2.11. Esforço de pesca, número de *D. coriacea* capturadas e taxa de captura no inverno de 2001 a 2007 (esforço total = 364 lances e 404 323 anzóis). Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de *D. coriacea* capturadas e a taxa de captura (nº de tartarugas/1000 anzóis).

CAPÍTULO 3

**Depredações de orcas e falsas-orcas na pescaria com espinhel pelágico
no sudeste-sul do Brasil**

3.1. INTRODUÇÃO

A depredação por cetáceos em espinhéis ocorre ao redor do mundo e tem sido registrada em uma ampla variedade de pescarias com espinhel desde os anos 1950 (Donoghue *et al.* 2002). Estas depredações causam impactos econômicos e ecológicos e podem ser prejudiciais para as espécies de cetáceos envolvidas (Donoghue *et al.* 2002, Gilman *et al.* 2006). Depredações de orcas, *Orcinus orca* e falsas-orcas, *Pseudorca crassidens* tem sido registradas em pescarias com espinhel pelágico em praticamente todos os locais onde esta arte de pesca é utilizada (Secchi *et al.* 2005; Gilman *et al.* 2006).

Orcinus orca é a espécie de odontoceto mais amplamente distribuída, com maior abundância em habitat costeiros e altas latitudes. A dieta é variável entre regiões e dentro de áreas específicas e inclui uma ampla variedade de presas, entre peixes, outros golfinhos, lobos-marinhos, aves, tartarugas e cefalópodes. As orcas têm desenvolvido uma ampla variedade de estratégias de predação segundo o tipo de presa e região, como o encalhe intencional para a captura de pinípedes realizado na Argentina e ao redor das Ilhas Crozet (Dahlheim & Heyning 1999).

A falsa-orca, *Pseudorca crassidens* é encontrada em todos os mares do mundo, principalmente em águas tropicais, subtropicais e temperadas, entre 50°S e 50°N. Esta espécie é geralmente avistada em águas profundas fora da plataforma continental. Alimentam-se principalmente de peixes e lulas (Bastida *et al.* 2007).

No sul do Brasil dois estudos descreveram a existência de interações entre orcas, *Orcinus orca* e a pescaria com espinhel pelágico direcionada à captura de espadartes, *Xiphias gladius*, atuns, *Thunnus* spp. e tubarões (Secchi & Vaske Jr. 1998; Dalla-Rosa

& Secchi 2007). Dalla-Rosa & Secchi (2007) observaram uma taxa de depredação média de 12,38% da captura por cruzeiro. Na região Nordeste do Brasil um estudo recente registrou depredações de orcas e, principalmente, falsas-orcas, em 20,3% dos cruzeiros de pesca com espinhel pelágico (Dantas 2007).

Sivasubramaniam (1964) registrou para a pescaria com espinhel pelágico no Oceano Índico perdas de pelo menos 4% da captura anual em peso de atuns e peixes afins em decorrência de depredações por orcas. Na costa leste dos Estados Unidos, Garrison (2006) analisou o efeito de 39 variáveis, divididas em variáveis ambientais, espaciais ou temporais, tipo de equipamento, esforço e captura na interação entre baleias-piloto, *Globicephala* spp. e golfinhos-de-Risso, *Grampus griseus* na pesca de espinhel pelágico e verificou que algumas dessas variáveis explicavam a maior parte das interações.

Devido à existência dessa interação, que pode ser prejudicial para o setor pesqueiro e para os cetáceos, e a pouca informação sobre o tema no Brasil, este trabalho tem como objetivo descrever os padrões sazonais e os locais de maior ocorrência das depredações, bem como identificar as variáveis ambientais e operacionais relacionadas com as depredações, na busca de soluções para este conflito.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Coleta dos dados

Os dados foram coletados por observadores de bordo, capacitados pelas equipes do Projeto Albatroz, NEMA, Projeto TAMAR e por pesquisadores de outras instituições,

durante 56 cruzeiros da pescaria de espinhel pelágico entre maio de 2001 e dezembro de 2007, na Zona Econômica Exclusiva das regiões sudeste e sul do Brasil e em águas internacionais adjacentes, entre 22°S a 39°S e 29°W a 52°W.

Durante esses cruzeiros foram coletados dados abióticos e dados referentes ao número de peixes capturados inteiros ou depredados por orcas e falsas-orcas ou por tubarões. Os dados abióticos foram coletados no início e no final do lançamento e do recolhimento do espinhel, conforme descrito no Cap. 1 dessa dissertação. Para cada lance de pesca, o tempo estimado de imersão do espinhel foi calculado somando metade do tempo de duração do lançamento e do recolhimento com o tempo que todo o espinhel ficou à deriva, que é a diferença entre o horário de fim do lançamento e início do recolhimento.

Para cada lance de pesca foi registrado o número de peixes de cada espécie capturados. Os peixes foram identificados segundo guias elaborados por pesquisadores desta área e fornecidos aos observadores. Para cada peixe capturado foi registrado se o espécime estava inteiro ou com marcas de depredação. Marcas de depredação foram fotografadas e classificadas em depredações por tubarões ou por orcas/falsas-orcas. A diferenciação entre marcas de depredação por tubarões e por orcas/falsas-orcas foi realizada através do tamanho e do tipo de borda da mordida. Segundo Secchi e Vaske Jr. (1998), tubarões-azuis, *Prionace glauca*, tubarões-martelo, *Sphyrna* spp., anequins, *Isurus oxyrinchus*, e Carcharhinídeos, *Carcharhinus* spp., que normalmente depredam a captura, deixam mordidas claramente recortadas e relativamente pequenas, enquanto que as orcas/falsas-orcas praticamente rasgam o corpo do peixe, deixando bordas irregulares e muitas vezes restando somente a cabeça. Devido à dificuldade na

diferenciação de marcas deixadas por orcas e falsas-orcas neste estudo a análise da depredação destes dois cetáceos foi agrupada.

3.2.2. Análise dos dados

Neste trabalho foram analisados somente os dados referentes à depredação por orcas e falsas-orcas.

A taxa de depredação (TD) foi expressa como porcentagem da captura total de peixes que foi depredada. Neste trabalho foi considerado como captura total (NC) o somatório dos peixes capturados inteiros mais os peixes depredados por orcas/falsas-orcas (ND). Os peixes depredados por tubarões foram excluídos da captura total porque foi assumido que uma vez que um peixe foi depredado por um predador, ele não está mais disponível para outro predador.

Para as análises dos dados os peixes foram agrupados em quatro categorias: atuns (*Thunnus* spp.), espadarte (*Xiphias gladius*), tubarões (todas as espécies capturadas) e outros peixes ósseos (composta principalmente por dourado, *Coryphaena hippurus* e por duas espécies de peixe-prego, *Lepdocybius flavobrunneum* e *Ruvettus pretiosus*).

Para cada uma das três estações do ano monitoradas outono (abril, maio e junho), inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro), o ponto médio do recolhimento de cada lance de pesca foi plotado em mapas com o Programa ArcGis versão 9.2 e a área monitorada foi dividida em quadrantes de 2,5° x 2,5°. Para cada quadrante foi calculado o esforço em número de anzóis através do somatório do número de anzóis de cada lance de pesca no quadrante. Com o mesmo método foi calculado o número total de peixes capturados e o número de peixes depredados. Os quadrantes em branco não foram monitorados em nenhuma

estação do ano e os quadrantes com zeros indicam que naquela estação do ano não houve esforço, mas em outra estação foi monitorado esforço de pesca naquele quadrante.

Os lances realizados no verão foram utilizados somente na análise da taxa de depredação anual e excluídos das demais análises porque foram amostrados apenas onze lances neste período.

O teste de χ^2 , com nível de significância de 5% (Zar 1999) foi utilizado para verificar a existência de diferenças na taxa de depredação entre as estações do ano e, entre os anos, diferenças na proporção de atuns e espadartes depredados e na CPUE dos peixes por categoria entre as estações do ano. Para verificar a existência de correlação entre o número de peixes capturados e o número de peixes depredados por categoria foi utilizada a correlação não-paramétrica de Spearman, com nível de significância de 5% (Zar 1999).

Para testar a hipótese que o número de peixes depredados é afetado por mudanças nas variáveis ambientais, biológicas e operacionais duas análises multivariadas foram utilizadas, a Análise de Componentes Principais (PCA) e Modelos Lineares Generalizados (GLM). Nessas análises foram utilizadas somente as capturas e depredações de atuns e espadartes.

A PCA foi realizada com as oito variáveis contínuas ano, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade, temperatura superficial do mar, número de atuns e espadartes capturados e tempo estimado de imersão do espinhel.

Para modelar o número de atuns e espadartes depredados por orcas ou falsas-orcas (Y) como uma função das doze variáveis explanatórias (ano, estação do ano, distância da isóbata de 200m, latitude, longitude, tempo estimado de imersão do espinhel,

temperatura superficial do mar, profundidade, embarcação, estado do mar, nebulosidade e fase da lua) foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM). Duas distribuições de probabilidade, a Poisson e a Binomial Negativa foram examinadas a fim de verificar qual distribuição se ajusta melhor aos dados, de acordo com as fórmulas apresentadas no capítulo 1 dessa dissertação. A captura total de espadartes e atuns em cada lance foi utilizada como fator de padronização (*offset*) do número de peixes depredados por lance.

As variáveis, ano, distância da isóbata de 200m, latitude, longitude, temperatura superficial do mar, profundidade e tempo estimado de imersão do espinhel são variáveis contínuas e seus valores foram inseridos nos modelos. As demais variáveis são categóricas e foram inseridas com seus respectivos níveis nos modelos. Estação do ano com três níveis (outono, inverno e primavera), estado do mar com quatro níveis (parado (0 – 1,4), calmo (1,5 – 2,4), pouco turbulento (2,5 – 3,9) e turbulento (4 – 6)), nebulosidade com três níveis (céu limpo (0 – 2,5), parcialmente encoberto (3 – 5,5) e encoberto (6 – 8)), fase da lua com quatro níveis (cheia, minguante, nova e crescente) e embarcação com 18 níveis.

Dos 667 lances amostrados 410 foram utilizados nos modelos. Esta redução ocorreu pela falta de informação de alguma variável em 257 lances.

Como as variáveis abióticas foram coletadas no início e fim do lançamento e recolhimento para algumas das variáveis foi utilizado o valor médio. Para a temperatura superficial e estado do mar foram utilizadas as médias entre início e fim do lançamento e do recolhimento. Para a nebulosidade foram calculadas as médias entre início e fim do lançamento, e para a profundidade e a posição geográfica foram calculadas as médias do início e fim do recolhimento.

Para seleccionar o melhor modelo foi utilizado como critério de escolha os menores valores de Akaike's Information Criterion – AIC, com base nos valores do Δ_i , conforme descrito no Cap. 1 dessa dissertação.

Inicialmente foi gerado um modelo para cada uma das variáveis e os resultados foram analisados quanto ao nível de significância e o valor do AIC. Posteriormente, as variáveis significativas foram testadas combinadas com uma ou mais variáveis simultaneamente. Para a escolha do melhor modelo, foram analisados os modelos com Δ_i inferior a dois.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 2.6.0 (R. Development Core Team, 2007) e o programa Statistica for Windows versão 6.0.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Freqüência de ocorrência das depredações

A depredação dos peixes capturados foi observada em 27 cruzeiros e em 67 lances. Foram depredados 217 peixes, o que corresponde a 0,6% da captura total. Nos cruzeiros com depredação, de um a 39 peixes foram depredados (Fig. 3.1), com média de 8,0 (dp= 8,7). A depredação variou de um a 15 peixes (Fig. 3.2), com média de 3,2 peixes depredados por lance (dp= 3,4, n= 67) e a captura de peixes nestes lances variou de 16 a 260 (Fig. 3.3).

A taxa de depredação foi sete vezes maior sobre atuns e espadartes do que em tubarões e outros peixes (Tab. 3.1).

O número médio de peixes depredados, nos lances com depredação foi semelhante entre as categorias de peixes, com média de 2,5 atuns (dp=2,02), 2,3 espadartes (dp=2,7) e 3,1 tubarões (dp=3,85) (Fig. 3.4). Entretanto, o número médio de atuns capturados (média=23,5, dp=24,8) foi duas vezes maior do que espadartes (média=12,3, dp=8,6) e três vezes menor do que tubarões (média=60, dp=64). Foi observada correlação positiva entre o número de atuns capturados e depredados (Spearman, $r=0,46$; $p=0,007$) e para espadartes e tubarões não existiu correlação entre o número de peixes capturados e depredados (Spearman, espadartes: $r=0,27$; $p=0,11$; tubarões: $r=-0,20$; $p=0,47$).

Nos lances com depredação as orcas e falsas-orcas depredaram 83 dos 775 atuns (10,7%) que foram capturados e 81 dos 429 espadartes (18,9%). A depredação foi significativamente maior sobre espadartes ($\chi^2=13,53$, $gl=1$, $p<0,0002$).

A taxa de depredação foi muito variável entre os lances. Entretanto, em 60% dos lances com depredação sobre espadartes, 58% sobre atuns e 80% sobre tubarões foram depredados no máximo 20% dos peixes capturados. Depredações sobre toda a captura foram observadas em cinco lances, porém nestes lances a captura foi de um ou dois peixes (Fig. 3.4).

3.3.2. Distribuição espacial e temporal das depredações

Foi observada variação significativa na taxa de depredação anual ($\chi^2=21,27$; $gl=6$; $p<0,002$). Nos anos de 2001 e 2006 foram registradas as menores taxas de depredação com, respectivamente 0,1 e 0,04% dos peixes depredados (Tab.3.2).

O número de peixes capturados foi significativamente menor na primavera do que no outono e no inverno ($\chi^2=376,44$; $gl=2$; $p<0,00001$), porém a taxa de depredação foi

significativamente maior no inverno e menor na primavera ($\chi^2= 46,64$; $gl=2$; $p<0,00001$) (Tab. 3.3).

Comparando a CPUE de peixes/1000 anzóis entre as estações do ano para cada uma das categorias de peixes, observa-se que a CPUE de tubarões foi maior do que as demais categorias nas três estações monitoradas (Fig. 3.5), mas foram observadas variações significativas no inverno e na primavera ($\chi^2= 1\ 073,97$; $gl= 2$; $p<0,00001$). A CPUE de atuns e dos outros peixes ósseos foi significativamente menor no outono e maior na primavera (atuns: $\chi^2= 1\ 061,85$; $gl= 2$; $p<0,00001$; outros peixes: $\chi^2= 228,14$; $gl= 2$; $p<0,00001$), enquanto a CPUE de espadartes foi significativamente menor na primavera ($\chi^2= 267,78$; $gl=2$; $p<0,00001$).

Embora a CPUE de espadartes no outono e no inverno tenha sido semelhante, a taxa de depredação de espadartes no inverno foi significativamente maior do que nas outras estações ($\chi^2= 34,54$; $gl= 2$; $p<0,00001$) (Fig. 3.6). A taxa de depredação de tubarões foi significativamente menor na primavera e maior no outono ($\chi^2= 4,42$; $gl= 2$; $p<0,00002$) embora na primavera a CPUE de tubarões tenha sido maior. Para os atuns e os outros peixes ósseos não foi observada diferença na taxa de depredação entre as estações (atuns: $\chi^2= 0,11$; $gl= 2$; $p<0,947$; outros peixes: $\chi^2=4,42$; $gl= 2$; $p<0,109$).

No outono e no inverno as maiores taxas de depredações ocorreram no talude, entre 27° e 37°S, porém no inverno as depredações concentraram-se próximo à quebra da plataforma, entretanto o esforço de pesca também foi maior nesta região. (Fig. 3.7 e 3.8). Enquanto na primavera as depredações ocorreram em apenas três quadrantes, dois próximos à quebra da plataforma continental, entre 32° e 37°S e o outro a sudeste da Elevação do Rio Grande, embora o esforço de pesca tenha sido distribuído em toda área (Fig. 3.9).

3.3.3. Influência de variáveis ambientais e operacionais nas depredações

Com a Análise de Componentes Principais foi observado que cada um dos sete componentes principais explicou uma pequena porcentagem da variação (Tab. 3.4), o que levou a inclusão de todas as sete variáveis contínuas testadas com PCA nos GLM's.

Os modelos com distribuição Binomial Negativa se ajustaram melhor aos dados, apresentando reduções de até 30% no AIC em relação aos modelos com distribuição Poisson (Tab. 3.5). Individualmente as variáveis que foram significativas em relação ao número médio de peixes depredados foram, a latitude ($\beta=0,23$, $\sigma =0,08$, $p=0,004$), a longitude ($\beta=0,13$, $\sigma =0,07$, $p=0,04$), e a nebulosidade (céu limpo em relação ao céu encoberto: $\beta= -1,99e+00$, $\sigma =9,71e-01$). A interação entre a fase da lua crescente e céu limpo em comparação com lua cheia e céu encoberto também foi significativa ($\beta=3,72e+00$, $\sigma =1,37e+00$, $p=0,006$). Após a combinação destas variáveis com as demais foram gerados 55 modelos e o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o que continha as variáveis, longitude, distância da isóbata de 200m e profundidade. Entretanto, além deste, mais quatro modelos apresentaram Δ_i inferior a quatro (Tab. 3.6), mas optou-se pela escolha do modelo citado acima por ter o menor valor de AIC.

Os resultados obtidos com o modelo selecionado indicam que o número médio de peixes depredados é significativamente maior quanto mais a oeste ($\beta=3,62e-01$, $\sigma =9,13e-02$, $p=7,47e-05$) e com o aumento da profundidade ($\beta=5,11e-04$, $\sigma =1,95e-04$, $p=0,009$). Os lances com depredação ocorreram principalmente (68%) entre 48°W e 52°W e em profundidades de 500 a 1500m (34,7% dos lances e 51% dos peixes depredados) (Fig. 3.10).

No modelo selecionado o resultado encontrado para a variável distância da isóbata de 200m não correspondeu ao observado, pois no modelo as depredações aumentaram

com o afastamento da isóbata de 200m em direção ao talude ($\beta=2,50e-03$, $\sigma =1,12e-03$, $p= 0,037$). Entretanto, analisando a relação entre o número de atuns e espadartes depredados com a distância da isóbata de 200m observou-se que 82% dos lances com depredação ocorreram até 200km de distância da isóbata de 200m para o talude (Fig. 3.10).

3.4. DISCUSSÃO

3.4.1. Variações na taxa de depredação

O número de peixes depredados por lance foi muito variável, o que pode estar relacionado com variações no tamanho dos grupos de orcas ou falsas-orcas que interagiram com a pescaria. Secchi & Vaske Jr (1998) em um estudo similar no sudeste-sul do Brasil de 1987 a 1991 observaram tanto machos adultos solitários como grupos de três a dez indivíduos de orcas nas proximidades de embarcações de espinhel. É possível que indivíduos solitários ou grupos pequenos de orcas tenham depredado os peixes nos lances em que o número de peixes depredados foi muito menor do que o número de peixes capturados e que em lances com depredação e capturas elevadas grupos grandes tenham causado as depredações. Entretanto, informações sobre o número de orcas que depredaram os peixes é difícil de ser obtida devido ao grande comprimento do espinhel, que pode alcançar até 86 km. A maioria dos lances com depredação ocorreu sem que orcas ou falsas-orcas fossem avistadas.

O número médio de peixes depredados nos lances com depredação foi duas vezes menor do que o observado por Dalla-Rosa & Secchi (2007) para a mesma pescaria e

área de estudo. Esta redução pode estar relacionada com diferenças no número de atuns e espadartes capturados nos dois estudos, bem como pequenas mudanças operacionais da pescaria. É possível que a amostragem do estudo anterior tenha sido maior em áreas e meses com maior depredação ou que os pescadores tenham registrado somente perdas consideradas por eles significativas.

No estudo de Dalla-Rosa & Secchi (2007) a captura de espadartes foi o dobro da captura de atuns, enquanto no presente estudo o número total de atuns e espadartes capturados foi semelhante. Visto que as orcas têm preferência pelos espadartes (Secchi & Vaske Jr, 1998; Dalla-Rosa & Secchi, 2007), o número médio de peixes depredados no estudo anterior pode ter sido maior devido a maior captura desta espécie.

Embora a CPUE de peixes tenha sido semelhante no outono e no inverno, a maior taxa de depredação durante o inverno pode indicar uma maior abundância de orcas/falsas-orcas na região neste período. O possível aumento no número de orcas/falsas-orcas na região sul durante o inverno pode estar relacionada com movimentos sazonais no limite norte da confluência Brasil – Malvinas, o qual se move de 40° - 46°S no verão (Zavialov *et al.* 1998) e entre 35° - 30°S no inverno.

As depredações estiveram concentradas ao sul da latitude 30°S e a oeste da longitude de 48°W, ou seja sobre o talude superior do RS, região da Confluência Brasil-Malvinas no inverno. A alta produtividade do sul do Brasil está relacionada principalmente com a Convergência Subtropical (Castello *et al.* 1998). No Uruguai, a partir de observações a bordo de embarcações de espinhel pelágico foram realizadas 21 avistagens de orcas, as quais ocorreram principalmente entre os 35°-37°S e 54°-51°W. As orcas estiveram associadas principalmente a frentes de temperatura superficial do mar superior a 20°C (Passadore *et al.* 2007).

Entretanto existem dados de avistagem de orcas próximo à quebra da plataforma no sul do Brasil no verão (Pinedo *et al.* 2002). Também existem registros de encalhes de orcas na primavera e no verão na costa do Rio Grande do Sul, entretanto, como não se conhece o número de populações de orcas no Brasil (Dalla-Rosa *et al.* 2007) não é possível dizer se os indivíduos encalhados pertencem à população que interage com a pescaria com espinhel pelágico.

Na primavera a baixa depredação pode estar relacionada a mudanças nos locais de pesca. Cerca da metade do esforço monitorado nesta época ocorreu na Elevação do Rio Grande e áreas adjacentes, com esforço de pesca reduzido no talude, área provável de maior ocorrência de orcas. Embora ocorram em águas tropicais e oceano aberto, as orcas parecem ser mais numerosas em águas frias de ambos os hemisférios, com maior abundância dentro da faixa de 800km dos continentes (Dahlheim 1981; Heyning & Dahlheim 1988). Este padrão corrobora as informações obtidas neste estudo, com depredações maiores abaixo de 30°S e até 200km da isóbata de 200m, o que corresponde a cerca de 350 km de distância da costa.

As baixas depredações observadas nos anos de 2001 e 2006 podem estar relacionadas ao baixo esforço amostral no inverno. Em cada um destes anos foram coletados dados de depredação em apenas um único cruzeiro no inverno, época de maior taxa de depredação.

De todas as variáveis analisadas, a longitude, a distância da isóbata de 200m e a profundidade são as variáveis que juntas melhor explicam variações no número médio de peixes depredados. Estas variáveis têm importante significado biológico porque estão relacionadas com a distribuição das orcas/falsas-orcas e com o esforço pesqueiro. Garrison *et al.* (2006) na costa leste dos Estados Unidos também observou maiores

depredações de baleias-piloto, *Globicephala* spp. próximo à quebra da plataforma, e verificou que a área geográfica, a distância da isóbata de 200m, a temperatura superficial do mar e o número de espadartes depredados foram as variáveis que melhor explicaram as interações de baleias-piloto com o espinhel.

Leatherwood *et al.* (1991) mencionam a possibilidade de que falsas-orcas podem estar interagindo com a pesca no Oceano Índico e esse comportamento pode estar sendo creditado às orcas. Dantas (2007), em um estudo recente realizado na pescaria de espinhel pelágico realizada por frotas sediadas na região Nordeste do Brasil, que atuaram entre 6°N e 24°S registrou depredações de orcas e, principalmente, falsas-orcas, em 20,3% dos cruzeiros. O autor salienta que a grande quantidade de avistagens de falsas-orcas em seu trabalho estaria associada à preferência da espécie por águas quentes das latitudes tropicais (Jefferson *et al.* 1993; Cawardine 1995).

No presente estudo os lances de pesca foram considerados unidades amostrais independentes, embora exista uma estrutura hierárquica dos dados, pois em cada cruzeiro foram realizados em média doze lances, os quais possuem características em comum como a área de pesca e as estratégias de pesca utilizadas pelo mestre na captura das espécies-alvo. Além disto, foram monitorados mais de um cruzeiro da mesma embarcação pesqueira. Pelo fato de que quando existe dependência entre as unidades amostrais a variância residual tende a ser subestimada, o que pode alterar as precisões das estimativas dos parâmetros, recomenda-se que em análises futuras seja considerada essa característica hierárquica dos dados na formulação do modelo.

Em 90% dos lances monitorados não houve depredação por orcas/falsas-orcas. É possível que em alguns destes lances a depredação não tenha ocorrido porque as espécies não estavam presentes na área monitorada. Desta forma, é possível que exista

um excesso de zeros no modelo o que pode alterar a interpretação dos resultados. Entretanto, determinar se a espécie estava presente é difícil porque o espinhel possui até 86 km de comprimento e mesmo nos lances com depredação, na maioria destes os cetáceos não foram avistados.

3.4.2. Seletividade da depredação

No presente estudo 75,6% das depredações ocorreram sobre atuns e espadartes o que deve estar relacionado com preferências alimentares das espécies, pois a captura de tubarões foi quatro vezes maior do que os atuns e espadartes. Além disto, as orcas /falsas-orcas depredaram preferencialmente espadartes em comparação com atuns, da mesma forma que havia sido observado por Dalla-Rosa & Secchi (2007). Estes autores sugerem que maiores depredações sobre espadartes, podem ocorrer porque são capturados mais próximos da superfície do que atuns.

Na frota de espinhel pelágico do Uruguai também foi observada seletividade da depredação de orcas sobre espadartes (Szephegyi *et al.* 2004). Dantas e Travassos (2005) observaram uma maior preferência da falsa-orca por espadartes.

Nishida & Shiba (2002) observaram depredações de orcas e falsas-orcas na frota comercial japonesa de espinhel pelágico principalmente sobre atuns, entretanto os atuns representaram a maior parte das capturas e os espadartes apenas 2% da captura total.

3.4.3. Impacto das depredações

A interação entre orcas e falsas-orcas com a pesca com espinhel pelágico é um problema global, com registros em praticamente todas as pescarias que utilizam esta

arte de pesca (Secchi *et al.* 2005; Gilman *et al.* 2006). Entretanto as taxas de depredações são variáveis entre as frotas (Donoghue *et al.* 2002; Secchi *et al.*, 2005).

No presente estudo depredações por orcas e falsas-orcas foram observadas em apenas 10% dos lances e em 0,6% dos peixes capturados. Na maioria (77%) dos lances com depredação, foram depredados no máximo 20% da captura.

Wang & Yang (2002) constataram, a partir de entrevistas com pescadores e donos de empresas de pesca, que 30 a 60% da captura pode ser perdida em lances com depredação na frota taiwanesa. Nishida & Shiba (2002) estimaram que anualmente entre 1 e 19% dos peixes capturados foram depredados na frota japonesa de espinhel pelágico operando no Oceano Índico. Lawson (2002) estimaram que 0,8% dos peixes capturados no espinhel no Pacífico Centro-Oeste foram depredados por cetáceos.

Os prejuízos causados pelas depredações de orcas e falsas-orcas para a frota pesqueira como um todo parecem baixos, mas para a tripulação do cruzeiro no qual a depredação ocorreu pode ser muito alto, pois os espadartes e os atuns são espécies de alto valor comercial. Secchi & Vaske Jr. (1998) salientam que as perdas podem não ser somente com relação às depredações, mas que a presença das orcas ou falsas-orcas na área pode afugentar as espécies-alvo fazendo com que os pescadores mudem de área, o que aumenta os gastos com combustível e alimentação da tripulação (se aumentar os dias de viagem), e a captura da espécie-alvo pode diminuir.

Embora a pescaria com espinhel pelágico disponibilize para as orcas e falsas-orcas um alimento fácil e que, possivelmente, não seria consumido em condições naturais, as depredações também podem ter impactos negativos para o cetáceos em virtude da ocorrência de capturas incidentais. O impacto da captura incidental de orcas e falsas-orcas nesta pescaria no Brasil não é bem conhecido, mas existem alguns registros de

captura destas e outras espécies (Dalla-Rosa & Secchi 2007; Dantas 2007). No presente estudo foram registradas capturas incidentais de dois indivíduos de orcas, um golfinho-comum, *Delphinus delphis*, e uma espécie de cetáceo não identificada.

Além disto, no Alaska e na Nova Zelândia alguns pescadores usam explosivos e armas de fogo para afugentar as orcas dos espinhéis (Dahlheim 1988; Visser 2000). No Brasil, os pescadores eventualmente disparavam armas de fogo contra esses cetáceos (Secchi & Vaske Jr. 1998).

Algumas medidas têm sido propostas para a redução das interações, como comunicação entre as frotas, avisando sobre a ocorrência de depredações por cetáceos, e também mudanças no equipamento e nos métodos de pesca (Gilman *et al.* 2006). Entretanto, estes autores salientam que poucos pesquisadores têm testado a viabilidade econômica e eficiência dos métodos.

Embora as depredações ocorram com baixa frequência e na maioria das vezes com perdas de no máximo 20% da captura por lance as perdas podem ser significativas devido ao elevado valor das espécies capturadas, mas é ideal a coleta de dados sobre o comprimento ou o peso das espécies depredadas para avaliação das perdas econômicas. Além disto, a taxa de depredação pode estar subestimada, pois existem relatos dos pescadores de que as orcas retiram alguns atuns inteiros dos espinhéis e estes peixes não são contabilizados no total de peixes depredados. Contudo, registrar o número de peixes que foram retirados dos espinhéis pelas orcas/falsas-orcas é muito difícil.

Tomando como base os resultados encontrados neste estudo e em estudos anteriores sugere-se a criação de fóruns para discussão do problema com integrantes do setor pesqueiro, pesquisadores e órgãos gestores da pesca, ou a inclusão do tema em fóruns já existentes de pesca ou "bycatch" visando à busca de soluções que minimizem os

conflitos. Destaca-se que uma medida para reduzir as depredações por cetáceos seria deslocar a pescaria para leste do meridiano de 48°W, visto que a maioria das depredações ocorreram a oeste deste meridiano. Entretanto, esta medida precisa ser avaliada em relação à manutenção dos níveis de captura das espécies-alvo, custos econômicos e para não aumentar as capturas incidentais.

Neste estudo também foram registradas depredações por tubarões, entretanto estas não foram avaliadas. As depredações por tubarões provavelmente implicam em uma redução do número de peixes disponíveis para orcas/falsas-orcas. Porém, a depredação por tubarões deve ter causado pouca interferência nas análises realizadas, pois na maioria dos lances as orcas/falsas-orcas depredaram no máximo 20% dos peixes capturados, o que não geraria uma competição com os tubarões. Contudo, em análises futuras sugere-se a incorporação do número de peixes depredados por tubarões nos modelos, utilizando a distribuição multinomial com três componentes: sem depredação, com depredação por orcas/falsas-orcas e com depredação por tubarão.

3.5. CONCLUSÕES

- As maiores taxas de depredação ocorreram na região do talude ao sul de 30°S e a oeste de 48°W;
- As depredações ocorreram no outono e principalmente no inverno;
- A longitude, a profundidade e a distância da isóbata de 200m são as variáveis que melhor explicaram as diferenças nas taxas de depredação;
- A frequência de ocorrência das depredações é baixa, mas não se conhece o impacto financeiro para a pesca;
- A maioria dos peixes depredados foram espadartes e atuns embora a CPUE de tubarões tenha sido muito maior;
- As depredações ocorreram preferencialmente sobre espadartes em relação aos atuns.

TABELAS

Tabela 3.1. Número de peixes capturados e depredados por categoria e taxa de depredação. NC significa número de peixes capturados (inteiros + depredados por orca); ND: número de peixes depredados; TD: taxa de depredação.

| Categorias de peixes | NC | ND | TD (%) |
|--------------------------------------|---------------|------------|---------------|
| Atuns (<i>Thunnus</i> spp.) | 5 550 | 83 | 1,5 |
| Espadarte (<i>Xiphias gladius</i>) | 5 846 | 81 | 1,4 |
| Tubarões | 21 985 | 47 | 0,2 |
| Outros peixes ósseos | 3 132 | 6 | 0,2 |
| Total | 36 513 | 217 | 0,6 |

Tabela 3.2. Taxa de depredação anual de orcas e falsas-orcas aos peixes capturados na pescaria com espinhel pelágico no sudeste-sul do Brasil. NC significa número de peixes capturados (inteiros + depredados por orca); ND: número de peixes depredados; TD: taxa de depredação.

| Ano | Número de cruzeiros | Número de lances | Número de anzóis | NC | ND | TD (%) |
|--------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|------------|---------------|
| 2001 | 2 | 14 | 14 720 | 769 | 1 | 0,1 |
| 2002 | 5 | 67 | 81 000 | 2 627 | 16 | 0,6 |
| 2003 | 3 | 38 | 41 800 | 1 431 | 4 | 0,3 |
| 2004 | 4 | 57 | 67 551 | 2 739 | 14 | 0,5 |
| 2005 | 10 | 129 | 144 623 | 4 447 | 26 | 0,6 |
| 2006 | 5 | 57 | 61 010 | 2 298 | 1 | 0,04 |
| 2007 | 27 | 305 | 362 235 | 22 202 | 155 | 0,7 |
| Total | 56 | 667 | 772 939 | 36 513 | 217 | 0,6 |

Tabela 3.3. Esforço monitorado em número de anzóis e de lances, número de lances com depredação para cada uma das três estações do ano. NC significa número de peixes capturados (inteiros + depredados por orca); ND: número de peixes depredados; TD: taxa de depredação.

| Estação do ano | Número de anzóis | Número de lances | Número de lances com depredação | FO % nos lances | NC | ND | TD (%) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--|------------------------|-----------|-----------|---------------|
| Outono | 301 897 | 255 | 23 | 9,0 | 13 286 | 73 | 0,5 |
| Inverno | 287 184 | 249 | 36 | 14,5 | 13 108 | 122 | 0,9 |
| Primavera | 171 758 | 152 | 8 | 5,3 | 9 663 | 22 | 0,2 |

Tabela 3.4. Porcentagem de explicação de cada componente na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada com as variáveis, ano, tempo estimado de imersão do espinhel, latitude, longitude, distância da isóbata de 200m, profundidade e temperatura da superfície do mar.

| Componente Principal | PC1 | PC2 | PC3 | PC4 | PC5 | PC6 | PC7 |
|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Porcentagem de explicação (%) | 24,04 | 22,02 | 17,03 | 13,80 | 10,59 | 10,11 | 2,49 |

Tabela 3.5. Comparação entre os valores de Akaike's Information Criterion (AIC) dos modelos com uma única variável explicativa para as distribuições de Poisson e Binomial Negativa. $\log(p.\text{cap})$ = fator de padronização (*offset*) do número de atuns e espadartes depredados pelo número de atuns e espadartes capturados. (função de ligação=log).

| Modelos | AIC |
|---|------------|
| M1: $\log(p.\text{cap})$ (Poisson) | 543,58 |
| M2: $\log(p.\text{cap})$ + ano (Poisson) | 545,33 |
| M3: $\log(p.\text{cap})$ + estação do ano (Poisson) | 547,28 |
| M4: $\log(p.\text{cap})$ + embarcação (Poisson) | 495,62 |
| M5: $\log(p.\text{cap})$ + latitude (Poisson) | 528,02 |
| M6: $\log(p.\text{cap})$ + longitude (Poisson) | 532,23 |
| M7: $\log(p.\text{cap})$ + distância da isóbata de 200m (Poisson) | 545,29 |
| M8: $\log(p.\text{cap})$ + tempo de imersão do espinhel (Poisson) | 544,88 |
| M9: $\log(p.\text{cap})$ + estado do mar (Poisson) | 539,82 |
| M10: $\log(p.\text{cap})$ + temperatura do mar (Poisson) | 540,48 |
| M11: $\log(p.\text{cap})$ + profundidade (Poisson) | 540,60 |
| M12: $\log(p.\text{cap})$ + nebulosidade + fase da lua + nebulosidade x fase da lua (Poisson) | 507,92 |
| M1: $\log(p.\text{cap})$ (Binomial Negativa) | 360,17 |
| M2: $\log(p.\text{cap})$ + ano (Binomial Negativa) | 362,04 |
| M3: $\log(p.\text{cap})$ + estação do ano (Binomial Negativa) | 363,42 |
| M4: $\log(p.\text{cap})$ + embarcação (Binomial Negativa) | 359,63 |
| M5: $\log(p.\text{cap})$ + latitude (Binomial Negativa) | 355,15 |
| M6: $\log(p.\text{cap})$ + longitude (Binomial Negativa) | 357,24 |
| M7: $\log(p.\text{cap})$ + distância da isóbata de 200m (Bin. Negativa) | 362,07 |
| M8: $\log(p.\text{cap})$ + tempo de imersão do espinhel (Bin. Negativa) | 362,07 |
| M9: $\log(p.\text{cap})$ + estado do mar (Binomial Negativa) | 364,73 |
| M10: $\log(p.\text{cap})$ + temperatura do mar (Binomial Negativa) | 360,02 |
| M11: $\log(p.\text{cap})$ + profundidade (Binomial Negativa) | 360,04 |
| M12: $\log(p.\text{cap})$ + nebulosidade + fase da lua + nebulosidade x fase da lua (Binomial Negativa) | 362,80 |

Tabela 3.6. Modelos que tiveram Δ_i inferior a quatro. $\log(p.\text{cap})$ = fator de padronização do número de atuns e espadartes depredados pelo número de atuns e espadartes capturados; lat = latitude; long = longitude; dist = distância da isóbata de 200m, em km; prof = profundidade.

| Modelo | AIC | Δ_i |
|--|------------|------------------------------|
| M69: $\log(p.\text{cap}) + \text{long} + \text{prof} + \text{dist}$ | 349,75 | 0 |
| M68: $\log(p.\text{cap}) + \text{lat} + \text{long} + \text{prof} + \text{dist}$ | 351,66 | 1,91 |
| M51: $\log(p.\text{cap}) + \text{long} + \text{prof}$ | 351,92 | 2,17 |
| M32: $\log(p.\text{cap}) + \text{lat} + \text{long} + \text{prof}$ | 352,24 | 2,49 |
| M47: $\log(p.\text{cap}) + \text{long} + \text{dist}$ | 353,61 | 3,86 |

FIGURAS

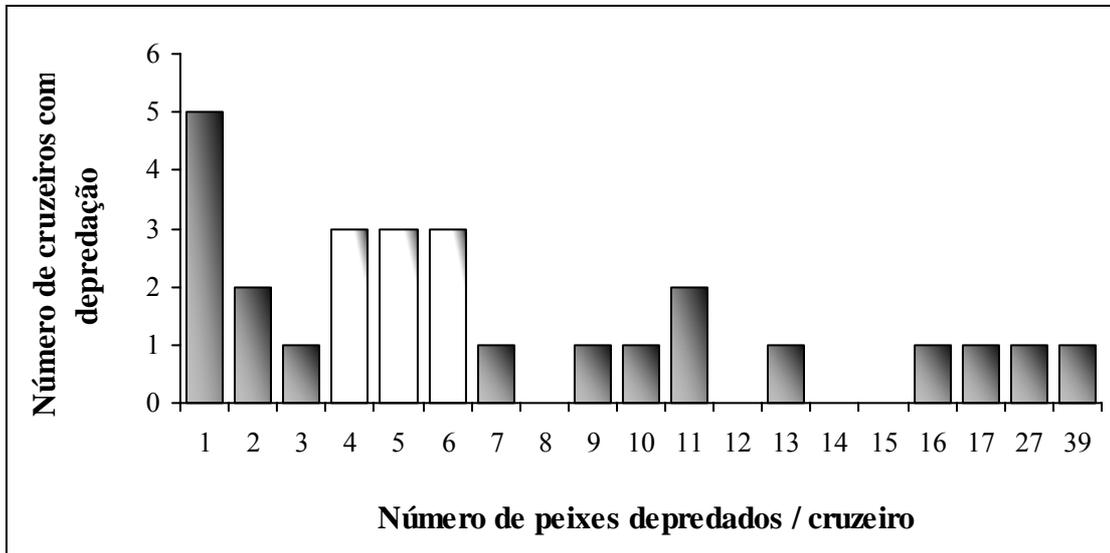


Figura 3.1. Distribuição de frequência do número de peixes depredados por cruzeiro (n = 27).

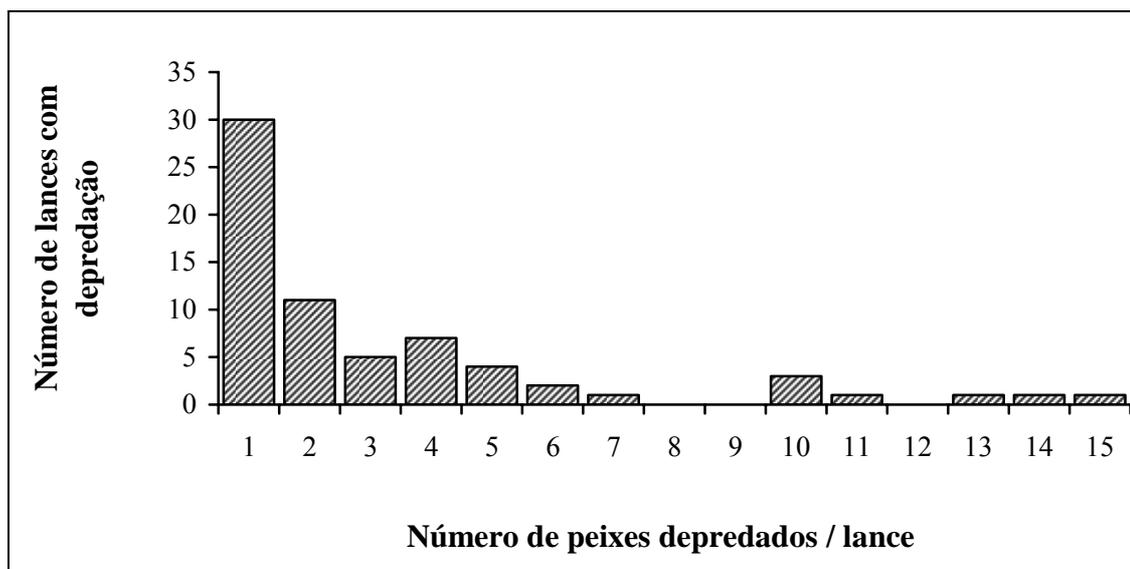


Figura 3.2. Distribuição de frequência do número de peixes depredados por lance (n = 67).

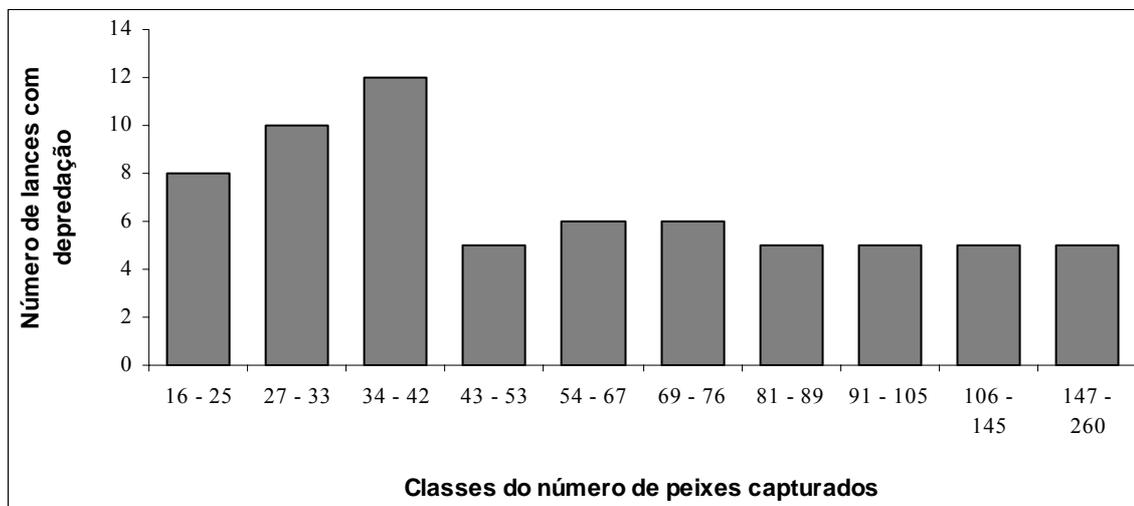


Figura 3.3. Distribuição de frequência, em classes, do número total de peixes capturados por lance (n = 67).

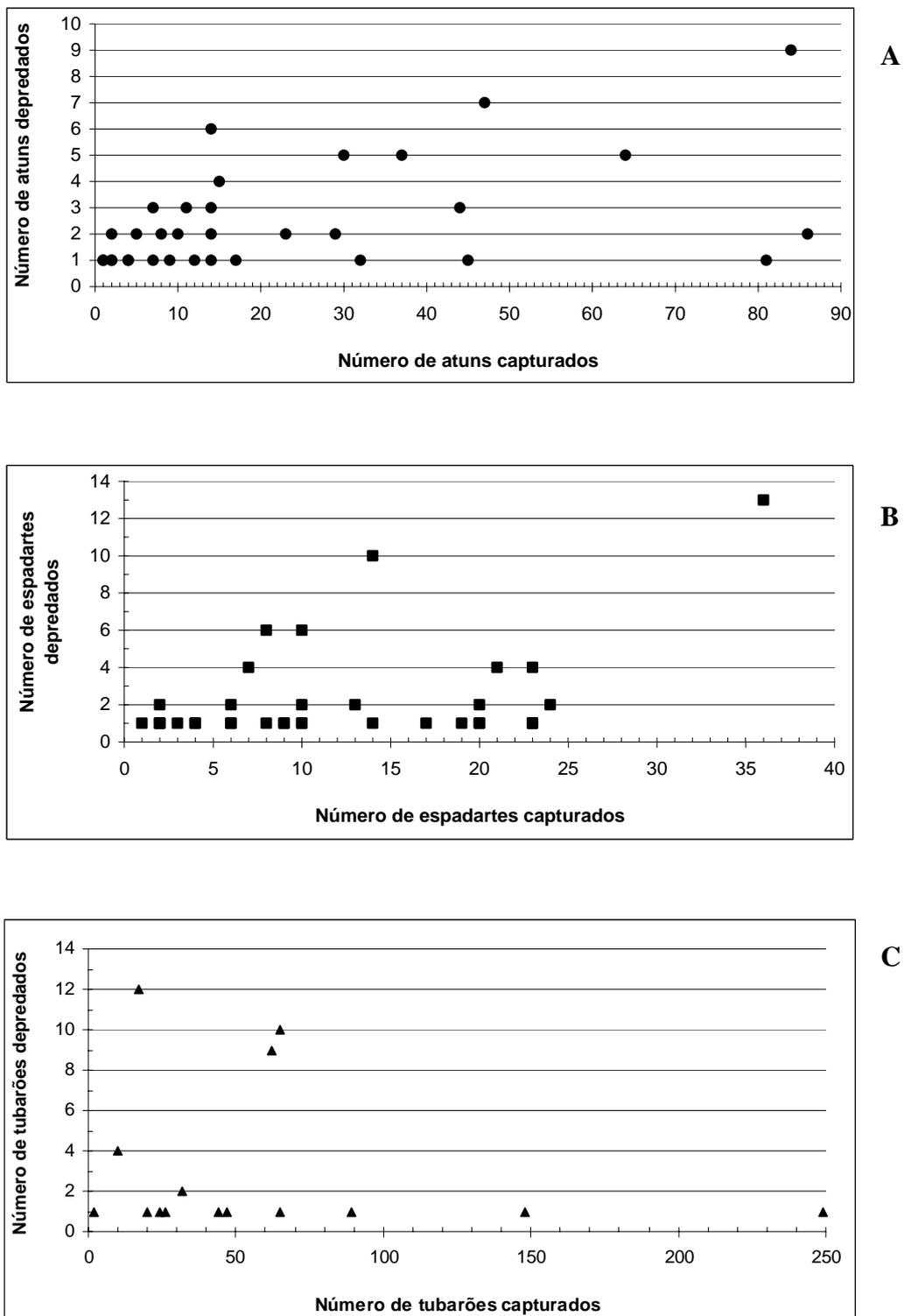


Figura 3.4. Relação entre o número de peixes capturados e o número de peixes depredados nos lances com depredação. A) atuns, n=33 lances; B) espadartes, n=35 lances; C) tubarões, n=15 lances.

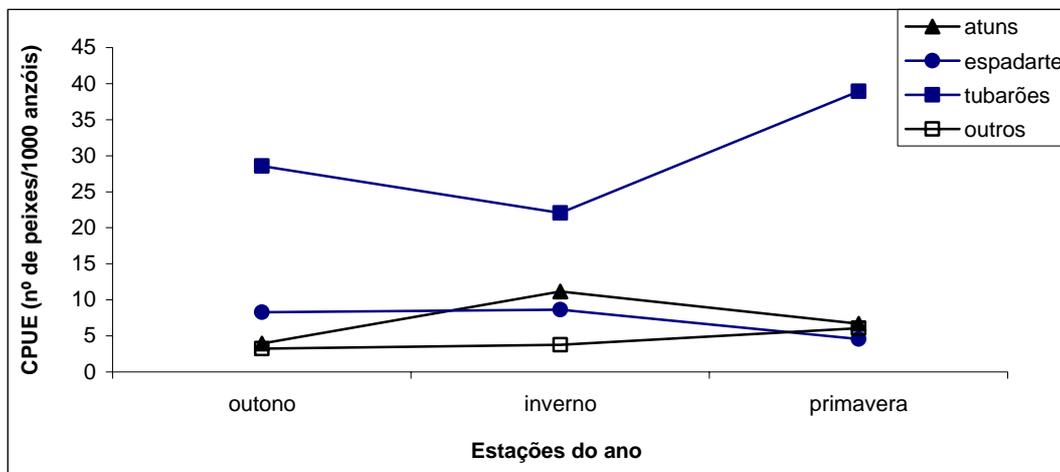


Figura 3.5. CPUE de peixes/1000 anzóis para cada uma das quatro categorias de peixe em relação às estações do ano.

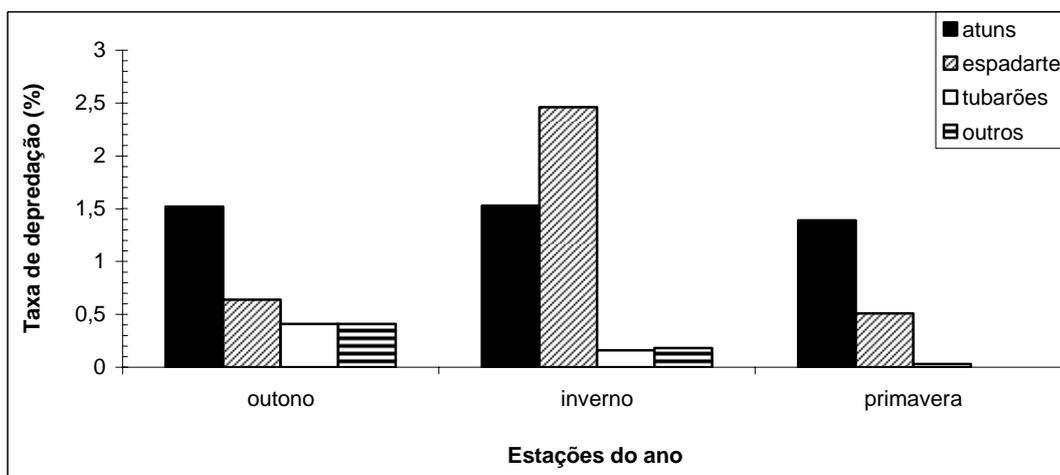


Figura 3.6. Taxa de depredação (%) para cada uma das quatro categorias de peixe em relação às estações do ano.

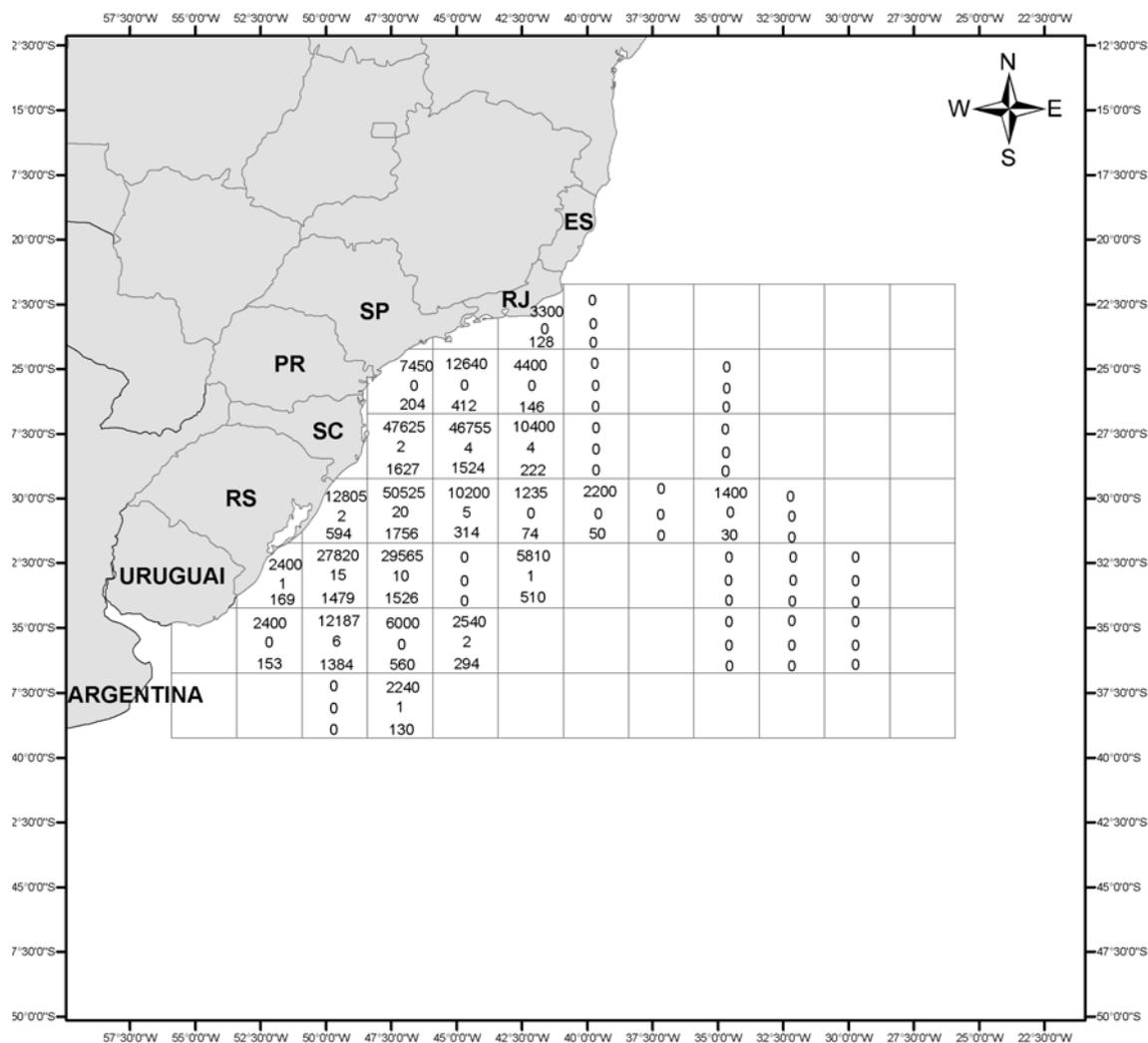


Figura 3.7. Esforço de pesca (esforço total = 255 lances e 301 897 anzóis), número de peixes capturados (captura total= 13 286 peixes), e número de peixes depredados (depredação= 73 peixes) no outono de 2001 a 2007. Em cada quadrante, de cima para baixo, o esforço de pesca no quadrante em número de anzóis, o número de peixes depredados e o número de peixes capturados.

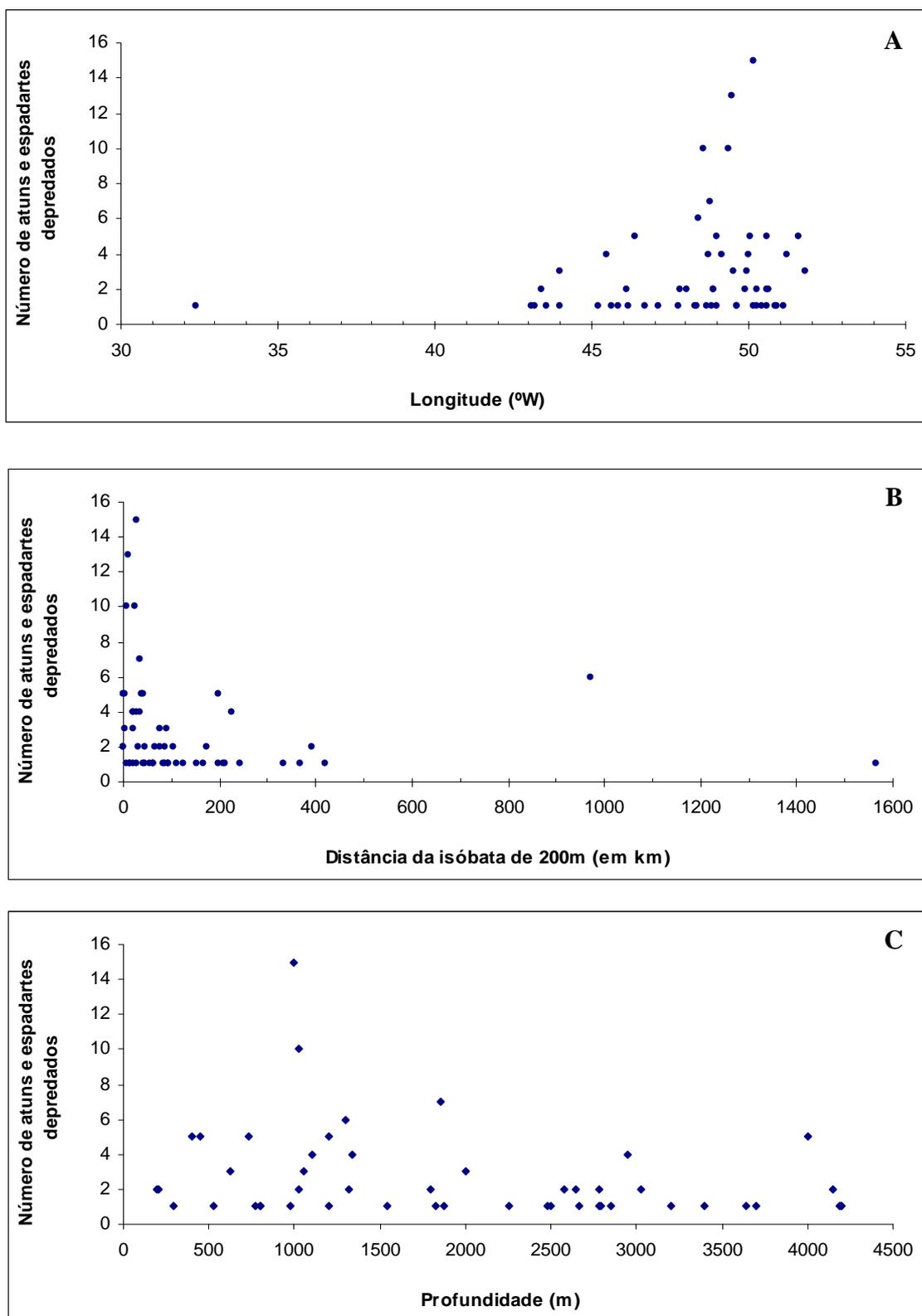


Figura 3.10. Relação entre as variáveis: A) longitude (n= 56 lances); B) distância da isóbata de 200m (n= 56 lances) e C) profundidade (n=45 lances) com o número de atuns e espadartes depredados. São apresentados somente os lances com depredação.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

- Dar continuidade a integração entre os Projetos de Conservação na coleta dos dados referentes à abundância e captura incidental de aves, captura incidental de tartarugas marinhas e com relação aos peixes depredados, em todos os cruzeiros monitorados;
- Destacar nos cursos de formação de observadores de bordo a importância da coleta de todos os dados solicitados nas planilhas, pois a ausência de dado de uma variável em um determinado lance leva a exclusão do lance das análises multivariadas;
- Dar continuidade a implementação de medidas mitigadoras para redução da captura incidental de albatrozes e petréis, como a largada noturna e o toriline;
- Incentivar os pescadores a usar medidas que reduzem os ferimentos pós-captura nas tartarugas, como puçás, cortadores de linha e desenganchadores de anzóis;
- Tornar obrigatória a cobertura com observadores de bordo de uma porcentagem da frota nacional de espinhel pelágico;
- Registrar o tipo de anzol em que cada ave foi capturada;
- Registrar os tipos de anzóis utilizados em cada lance e a quantidade de cada um;
- Registrar para cada lance de pesca a fase da lua, bem como anotar se a noite estava clara ou escura;
- Em lançamentos parcialmente noturnos marcar com uma placa o ponto no espinhel que iniciou o lançamento à noite;

- Dar continuidade aos estudos de rastreamento por satélite das tartarugas marinhas capturadas no espínhel para quantificar a mortalidade pós-captura e para estudos de uso de habitat;
- Salientar para os observadores de bordo a importância de registrar na planilha de dados biológicos todas as tartarugas marinhas capturadas, inclusive as que não foram colocadas a bordo;
- Fotografar todos os peixes depredados com escala e com uma placa identificando o cruzeiro, o lance e informando se a depredação foi por orcas/falsas-orcas ou por tubarões;
- Registrar quais as espécies de atuns que foram depredadas por orcas/falsas-orcas e o comprimento ou o peso de todos os peixes depredados para avaliar os impactos econômicos e ecológicos das depredações.

LITERATURA CITADA

- ACHÁVAL, F, YH MARIN & LC BAREA. 2000. Captura incidental de tortugas marinas con palangre pelágico oceánico en el Atlántico Sud-occidental. In: ARENA, G & M REY (ed.). Captura de grandes peces pelágicos (pez espada y atunes) en el Atlántico Sud-occidental, y su interacción con otras poblaciones. INAPE – PNUD URU/92/003. Montevideo, Uruguay. 83-88.
- ALMANAQUE NÁUTICO. 2006. Marinha do Brasil, Diretoria de Hidrografia e Navegação. Rio de Janeiro: 63. ed.; il.; diag.; gráf.; mapa anual.
- ASHFORD, JR, JP CROXALL, PS RUBILAR & CA MORENO. 1995. Seabird interactions with longlining operations for *Dissostichus eleginoides* around South Georgia, April to May 1994. *CCAMLR Science*, 2: 11-121.
- ASHFORD, JR, PS RUBILAR & AR MARTIN. 1996. Interactions between cetaceans and longline fishing operations around South Georgia. *Mar. Mamm. Sci.*, 12 (3): 452-457.
- BARNES, KN, PG RYAN & C BOIX-HINZEN. 1997. The impact of the hake *Merluccius* spp. longline fishery off South Africa on procellariiform seabirds. *Biol. Conserv.*, 82: 227-234.
- BASTIDA, R, D RODRÍGUEZ, E SECCHI & V SILVA. Mamíferos acuáticos de Sudamérica y Antártida. 1ª ed. Buenos Aires, Vásquez Mazzini Editores. 366p.
- BJORNDAL, K A, AB BOLTEN, B KOIKE, BA SCHROEDER, DJ SHAVER, WG TEAS & WN WITZELL. 2001. Somatic growth function for immature Loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in southeastern U.S. Waters. *Fish. Bull.* 99: 240-246.
- BOLTEN, AB. 1999. Techniques for measuring sea turtles. In: ECKERT, KL, KA BJORNDAL, FA ABREU-GROBOIS & M DONNELLY (eds.). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication. 110-114.
- BOLTEN, AB, KA BJORNDAL, HR MARTINS, T DELLINGER, MJ BISCOITO, SE ENCALADA & BW BOWEN. 1998. Transatlantic developmental by mtDNA sequence analysis. *Ecol. Appl.*, 8: 1-7

- BROTHERS, N. 1991. Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese longline fishery in the Southern ocean. *Biol. Conserv.*, 55: 255-268.
- BROTHERS, N, R GALES & T REID. 1999a. The influence of environmental variables and mitigation measures on seabird catch rates in the Japanese tuna longline fishery within the Australian Fishing Zone 1991-1995. *Biol. Conserv.*, 88: 85-101
- BROTHERS, N, J COOPER & S LOKKEBORG. 1999b. The incidental catch of seabirds by longline fisheries: worldwide review and technical guidelines for mitigation. *FAO Fish. Circ.*, 937. Rome, FAO. 100p.
- BUGONI, L, L KRAUSE, MV PETRY. 2003. Diet of sea turtles in southern Brazil. *Chelonian Conserv. and Biol.* 4:685-688.
- BUGONI, L. 2008. Ecology and conservation of albatrosses and petrels at sea off Brazil. Doctor Thesis, University of Glasgow, Scotland, 240p.
- BUGONI, L, TS NEVES, NO LEITE-JR, D CARVALHO, G SALES, RW FURNESS, CE STEIN, FV PEPPE, BB GIFFONI & DS MONTEIRO. 2008. Potential bycatch of seabirds and turtles in hook-and-line fisheries of the Itaipava Fleet, Brazil. *Fish. Res.*, 90: 217-224.
- BUGONI, L, PL MANCINI, DS MONTEIRO, L NASCIMENTO & TS NEVES. 2008. Seabird bycatch in the Brazilian pelagic longline fishery and a review of capture rates in the southwestern Atlantic Ocean. *Endang. Species Res.* (in press).
- BURNHAM, K & D ANDERSON. 2002. Modelos Selection and Multi-Model Inference. 2^a ed... Springer Verlag. Berlin. 496p.
- CARLOS, CJ, FI COLABUONO & CM VOOREN. 2004. Notes on the Northern Royal Albatross *Diomedea sanfordi* in south Brazil. *Ararajuba*, 12: 166-167.
- CARWARDINE, M. 1995. Whales, Dolphins, and Porpoises. New York: *A Dorling Kindersley Book*.
- CASTELLO, JP, M HAIMOVICI, C ODEBRECHT, & CM VOOREN. 1998. A plataforma e o talude continental. In: SEELIGER U, C ODEBRECHT, EJP CASTELLO (ed.). Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. *Ecocientia*, Rio Grande. 189-197.

- CBRO. 2007. Lista das aves do Brasil. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, Sociedade Brasileira de Ornitologia. 6^a ed. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>.
- CHALOUPKA, M, D PARKER & G BALAZS. 2004. Modeling post-release mortality of Loggerhead sea turtles exposed to the Hawaii-based pelagic longline fishery. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 280:285-293.
- COLUCHI, R, BB GIFFONI, G SALES, CEN CONSULIM, FN FIEDLER, NO LEITE Jr & F PEPPE. 2005. Caracterização das pescarias com espinhel pelágico que interagem com tartarugas marinhas no Brasil. II Jornada de Conservação e Pesquisa de Tartarugas Marinhas no Atlântico Sul Ocidental. Rio Grande, Brasil. 80-83.
- CROXALL JP & PA PRINCE. 1994. Dead or alive, night or day: how do albatrosses catch squid? *Antarctic Sic.*, 6: 155-162.
- CROXALL, JP, PA PRINCE, P ROTHERY, P & AG WOOD. 1997 Population changes in albatrosses at South Georgia. In: ROBERTSON, G & R GALES (ed.). *The albatross: their biology and conservation*. Chipping Norton, UK: Surrey Beatty and Sons, 69-83.
- DAHLHEIM, ME. 1981. A review of the biology and exploitation of the killer whale (*Orcinus orca*) with comments on recent sightings from Antarctica. *Rep. Int. Whal. Commn.* 31:541-546.
- DAHLHEIM, ME. 1988. Killer whale (*Orcinus orca*) depredation on longline catches of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) in Alaskan waters. Technical Report, U.S Dep. Commer., NOAA, *Natl. Mar. Fish. Serv.*, Northwest and Alaska Fish Center, Natl Mar. Mammal Lab., Seattle, Wash., 31p.
- DAHLHEIM, ME & JE HEYNING. 1999. Killer whale *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758). *Mammalian Species*. In: RIDGWAY, SH & SR HARRISON (ed.). Handbook of marine mammals, 6: 281-322.
- DALLA-ROSA, L. 1995. Interações com a pesca de espinhel e informações sobre a dieta alimentar de orca, *Orcinus orca* Linnaeus 1758 (Cetacea, Delphinidae), no sul e sudeste do Brasil. Monografia, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Brasil, 39p.

- DALLA-ROSA, L & ER SECCHI. 2007. Killer whale (*Orcinus orca*) interactions with the tuna and swordfish longline fishery off southern and south-eastern Brazil: a comparison with shark interactions. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 87: 135-140.
- DALLA-ROSA, L, ER SECCHI, LB JOSÉ JR & AF AZEVEDO. 2007. Status of killer whales in Brazilian waters. SC/59/SM11 - IWC.
- DANTAS, W. 2007 Interações entre orcas *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) e falsas-orcas *Pseudorca crassidens* (Owen, 1846) com a pesca de espinhel pelágico monofilamento no Atlântico Oeste Tropical. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, 66p.
- DANTAS, W & PE TRAVASSOS. 2005. Interações entre a pesca de atuns e afins com espinhel e as orcas (*Orcinus orca*) e falsas orcas (*Pseudorca crassidens*) no Atlântico oeste tropical. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca. Fortaleza – Ce.
- DONOGHUE, M, RR REEVES, & GS STONE. 2002. Report of the Workshop on Interactions Between Cetaceans and Longline Fisheries. Apia - Samoa. 44p
- DOMINGO, A, F FALLABRINO, R FORSELLEDO & V QUIRICCI. 2003. Incidental capture of loggerhead (*Caretta caretta*) and leather back (*Dermochelys coriacea*) sea turtles in the Uruguayan long-line fishery in Southwest Atlantic. In: SEMINOFF, JA. (Comp.) 2003. Proceeding of 22nd Annual Symposium on Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memo. NMFS-SEFSC. 203: 308
- ECKERT, KL, KA BJORNDAL, FA ABREU-GROBOIS & M. DONNELLY (ed.). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication.
- FURNESS, RW. 2003. Impacts of fisheries on seabirds communities. *SCI. MAR.*, 67: 33-45.
- GALES, R. 1997. Albatross populations: status and threats. In: ROBERTSON, G & R GALES (ed) Albatross biology and conservation. Chipping Norton: Surrey Beatty & Sons, p 20–45
- GARRISON, LP. 2007. Interactions between marine mammals and pelagic longline fishing gear in the U.S. Atlantic Ocean between 1992 and 2004. *Fish. Bull.*, 1005: 408-417.
- GILMAN, E, N BROTHERS & DR KOBAYASHI. 2005. Principles and approaches to abate seabird by-catch in longline fisheries. *Fish and Fisheries*, 6: 35-49.

- GILMAN, E & N BROTHERS, G McPHERSON & P DALZELL. 2006. A review of cetacean interactions with longline gear. *J. Cetacean Res.* 215-223
- HALL, MA, DL ALVERSON & KI METUZALS. 2000. By-Catch: problems and solutions. *Mar. Pollut. Bull.*, 41: 204-219.
- HARRISON, P. 1987. Seabirds of the world. London, Christopher Helm Ltd. 317p.
- HAYS, GC, AC BRODERICK, BJ GODLEY, P LUSCHI & WJ NICHOLS. 2003. Satellite telemetry suggests high levels of fishing-induced mortality in marine turtles. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 262:305-309.
- HEYNING, JE & ME DAHLHEIM. 1988. *Orcinus orca*. *Mammalian Species* 304:1-9.
- IUCN. 2007. Red List of Threatened Species. Disponible em: <www. redlist. org>.
- JAMES MC & HERMAN. 2001. Feeding of *Dermochelys coriacea* on medusae in the northwest Atlantic. *Chelonian Conserv. Biol.*, 4(1): 202–205.
- JEFFERSON, TA, S LEATHERWOOD & MA WEBBER. 1993. FAO Species identification guide. Marine mammals of the world. *UNEP/FAO*. Rome. 320p.
- JIMÉNEZ, S. 2005. Captura incidental de aves marinas en el Océano Atlántico Sudoccidental: interacción con la flota uruguaya de palangre pelágico. Thesis de Grado, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Montevideo. 30p.
- JIMÉNEZ, S & A DOMINGO. 2007. Albatros y petreles: su interacción con la flota de palangre pelágico uruguaya en el Atlántico Sudoccidental. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 60: 2110–2117.
- JOHONSON, RA & DW WICHERN. 1992. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 642p.
- KLAER, N & T POLACHECK. 1998. The influence of environmental factors and mitigation measures on by-catch rates of seabirds by Japanese longline fishing vessels in the Australian region. *Emu*, 98: 305-316.
- KOTAS, JE, S SANTOS, VG AZEVEDO, BMG GALLO & PCR BARATA. 2004. Incidental capture of Loggerhead (*Caretta caretta*) and Leatherback (*Dermochelys coriacea*) sea turtles by the pelagic longline fishery off southern Brazil. *Fish. Bull.*, 102: 393-399.
- LAICH AG & M FAVERO. 2007 Spatio-temporal variation in mortality rates of white-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis* interacting with longliners in the south-west Atlantic. *Bird Conserv Internat* 17:359–366

- LAICH AG, M FAVERO, R MARIANO-JELICICH, G BLANCO, G CAÑETE, A ARIAS, P SILVA-RODRIGUEZ & H BRACHETTA. 2006. Environmental and operational variability affecting the mortality of black-browed albatrosses associated with long-liners in Argentina. *Emu*, 106:21–28
- LAWSON, T. 2002. Depredation of tuna by whales and sharks in the western and central Pacific Ocean. In: DONOGHUE, M, RR REEVES, & GS STONE. 2002. Report of the Workshop on Interactions Between Cetaceans and Longline Fisheries. Apia - Samoa. 8-9.
- LEWISON, RL, SA FREEMAN & LB CROWDER. 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on Loggerhead and Leatherback sea turtles. *Ecology Letters*, 7: 221-231.
- MARCOVALDI, MA, & GG MARCOVALDI. 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biol. Conserv.* 91: 35-41.
- MÁRQUEZ, R. 1990. FAO Species Catalogue. Vol. 11: Sea turtles of the world, an annotated and illustrated catalogue of sea turtles known to date. FAO, Rome.
- MAYER, FP & HA ANDRADE. 2005. Swordfish (*Xiphias gladius*) and blue shark (*Prionace glauca*) fishery and the dynamics of the fleet off the southeastern Brazilian coast. *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT*, 58:1204–1214.
- MELVIN, EF, JK PARRISH, KS DIETRICH & OS HAMEL. 2001. Solutions to seabird bycatch in Alaska's demersal longline fisheries. Seattle: Washington Sea Grant Program. Project A/FP-7. 53p.
- MEYLAN, AB & MEYLAN, PA 1999. Introduction to the evolution, life story, and biology of sea turtles. In: ECKERT, KL, KA BJORNDAL, FA ABREU-GROBOIS & M. DONNELLY (ed.). IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication. Research and Management Techniques or the Conservation of Sea Turtles. 4: 3-5.
- McCULLAGH P & JA NELDER. 1989. Generalized Linear Models 2^a ed. Chapman & Hall. New York. 511p.
- MMA. 2003. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente n° 03/2003, Diário Oficial da União n° 101, dia 28.05.2003, Seção 1. 88-97,

- MORENO, CA, PS RUBILAR, E MARSCHOFF & L BENZAQUEN. 1996. Factors affecting the incidental mortality of seabirds in the *Dissostichus eleginoides* fishery in the southwest Atlantic (Subarea 48.3, 1995 season). *CCAMLR Science*, 3: 79-91.
- MUSICK, JA & CJ LIMPUS. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: LUTZ, P & JA MUSICK (ed). *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton, Flórida. 137-163
- NASCIMENTO, LA. 2007. Riqueza e diversidade de aves marinhas que interagem com a pesca de espinhel pelágico e mapeamento de áreas prioritárias para a sua conservação na costa sul e sudeste do Brasil. Monografia do curso de Ciências Biológicas, Universidade Santa Cecília, Brasil, 82p.
- National Research Council. 1990. *Decline of sea turtles: causes and prevention*. National Research Council. Academy Press, Washington.
- NEL, DG, PG RYAN, RJM CRAWFORD, J COOPER & OAW HUYSER. 2002. Population trends of albatrosses and petrels at sub-Antarctic Marion Island. *Polar Biology*, 25: 81-89.
- NEVES TS & F OLMOS. 1997. Albatross mortality in fisheries off the coast of Brazil. In: ROBERTSON G & R GALES (ed) *Albatross, biology and conservation*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton, 214–219.
- NEVES, FOC, GCC BASTOS & TS NEVES. 2001. Pesca no céu, a morte de aves em espinhéis no Brasil. *Ciência Hoje*, 29: 24-32.
- NEVES, TS, F OLMOS, FV PEPPE & LV MOHR. 2006a. Plano Nacional de Ação para a conservação de albatrozes e petréis. Brasília, Ibama. 124p.
- NEVES, TS, CM VOOREN, L BUGONI, F OLMOS, L NASCIMENTO. 2006b. Distribuição e abundância de aves marinhas no sudeste-sul do Brasil. In: NEVES, TS, L BUGONI & CLB ROSSI-WONGTSCHOWSKI (ed). *Aves oceânicas e suas interações com a pesca na região Sudeste-Sul do Brasil*. São Paulo – USP, REVIZEE: Score Sul, 11–35.
- NEVES, TS, PL MANCINI & L NASCIMENTO. 2007. Seabird distribution, abundance and bycatch in longline fisheries off southern Brazil. Intersessional Meeting of the Sub-Committee on Ecosystem, February 19-23.

- NISHIDA, T & Y SHIBA. 2002. Report of the predation survey by Japanese commercial tuna longline fisheries (September, 2000 – November 2001). Submitted to the Fourth Working Party on the Tropical Tuna meeting (WPTT) Shanghai, China. (IOTC/WPTT/02/04).
- NORTHRIDGE, S. 1991. An updated world review of interactions between marine mammals and fisheries. FAO. *Fisheries Tech. Paper*. N°251, Supplement 1. FAO, Rome. 58pp.
- ODEBRECHT, C. & VMT GARCIA. 1997. Phytoplankton. In: SEELIGER U, C ODEBRECHT, EJP CASTELLO (ed.). Subtropical Convergence environments. The coast and sea in the southwestern Atlantic. Springer: Germany. p.117-122.
- OLMOS, F. 1997. Seabirds attending bottom long-line fishing off southeastern Brazil. *Ibis*, 139: 685–691.
- OLMOS F, TS NEVES & GCC BASTOS. 2001. A pesca com espinhéis e a mortalidade de aves marinhas no Brasil. In: ALBUQUERQUE J, JF CÂNDIDO-JR, FC STRAUBE & A ROOS. (ed.). *Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias*. Tubarão: SOB/Unisul/CNPq, p. 327-337.
- ONLEY, D & P SCOFIELD. 2007. Albatrosses, petrels and shearwaters of the world. London: Christopher Helm. 240p.
- ORAVETZ, CA. 1999. Reducing incidental catch in fisheries. In: ECKERT, KL, KA BJORN DAL, FA ABREU-GROBOIS & M DONNELLY (ed.). Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 189-193.
- PARKER, DM, W COOKE & GH BALAZS. 2002. Dietary components of pelagic loggerhead turtles in the North Pacific Ocean. In: Proceeding of Twentieth Annual Symposium on Turtle Biology and Conservation, Orlando, FL. U.S. Dept. Commerce, NOAA Technical Memo. NMFS-SEFSC. 417: 148-151
- PASSADORE, C, M SZEPEGYI, A DOMINGO & O MORA. 2007. La flota de palangre como fuente de información sobre la distribución de la orca (*Orcinus orca*) en el Océano Atlántico Sudoccidental (2002-2006). *Col. Vol. Sci. ICCAT*, 60 (6): 2118-2129.
- PERRIN, WF, GP DONOVAN & J. BARLOW (ed). 1994. Gillnets and cetaceans. Report of International Whaling Commission (Special Issue 15).

- PHILLIPS, RA, JRD SILK, JP CROXALL & V AFANASYEU. 2006. Year-round distribution of white-chinned petrels from South Georgia: Relationships with oceanography and fisheries. *Biol. Conserv.*, 129: 336-347.
- PINEDO, M.C. E T. POLACHECK. 2004. Sea turtle by-catch in pelagic longline sets off southern Brazil. *Biol. Conserv.* 119: 335-339.
- PINEDO, MC, T POLACHECK, AS BARRETO & MP MAMMARD. 2002. A note on vessel of opportunity sighting surveys for cetaceans in the shelf edge region off the southern coast of Brazil. *J. Cetacean Res. Manage.* 4(3): 323-329.
- PRADHAN, NC & P Leung. 2006. A Poisson and negative binomial regression model of sea turtle interactions in Hawaii's longline fishery. *Fish. Res.*, 78: 309-322.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2007. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena. Disponível em <http://www.R-project.org>.
- REID, TA & BJ SULLIVAN. 2004. Longliners, black-browed albatross mortality and bait scavenging in Falkland Island waters: what is the relationship? *Polar Biol.*, 27: 131-139.
- ROBERTSON, G & R GALES. 1997. Albatross biology and conservation. Surrey Beatty, Sydney. 300p.
- RYAN, PG, C DORSE & GM HILTON. 2006. The conservation status of the spectacled petrel *Procellaria conspicillata*. *Biol. Conserv.*, 131: 575-583.
- SÁNCHEZ, A & EJ BELDA. 2003. Bait loss caused by seabirds on longline fisheries in the Northwestern Mediterranean: is night setting an effective mitigation measure? *Fish. Res.*, 60: 99-106.
- SECCHI, ER & T VASKE JR. 1998. Killer Whale (*Orcinus orca*) sightings and depredation on tuna and swordfish longline catches in southern Brazil. *Aquat. Mamm.*, 24 (2): 117-122.
- SECCHI, ER, JY WANG, L DALLA-ROSA, SC YANG & RR REEVES. 2005. Global Review of interactions between cetaceans and longline fisheries: Preliminary data. SC/57/BC3 International Whaling Commission meeting. Ulsan, South Korea.
- SIVASUBRAMANIAM, K. 1964. Predation of tuna longline catches in the Indian Ocean, by killer-whales and sharks. *Bull. Fish. Res. Stn.*, 17 (2): 221-236.

- SPOTILA, JR, AE DUNHAM, AJ LESLIE, AC STEYERMARK, PT PLOTKIN & FV PALADINO. 1996. Worldwide population decline of *Dermochelys coriacea*: are Leatherback turtles going extinct? *Chelonian Conserv. Biol.*, 2: 209-222.
- SPOTILA, JR, RD REINA, AC STEYERMARK, PT PLOTKIN & FV PALADINO. 2000. Pacific Leatherback turtles face extinction. *Nature* 405: 529-530.
- STATSOFT, INC. 1998. Statistica for Windows. Tulsa, OK.
- SZEPHEGYI, M, C Passadore & A Domingo. 2005. Interacción de *Orcinus orca* con la Pesquería de Palangre en el Océano Atlántico Sudoccidental. *Act. VIII Jorn. Zool. Uruguay*.
- TRAVASSOS, P & F HAZIN. 2003. Report on the Brazilian tuna fisheries, presented during the 2003 Annual Meeting of the ICCAT Standing Committee on Research and Statistics – SCRS, Madrid.
- VASKE-Jr. T. 1991. Seabirds mortality on longline fishing for tuna in Southern Brazil. *Ciência e Cultura*, 43: 388-390.
- VISSER, IN. 2000. Killer Whale (*Orcinus orca*) interactions with longline fisheries in New Zealand waters. *Aquat. Mamm*, 26 (3): 241-252.
- ZAR, JH. 1999. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.
- ZAVIALOV, PO, RD GHISOLFI & CAE GARCIA. 1998. An Inverse Models for Seasonal Circulation over the Southern Brazilian Shelf: Near-Surface Velocity from the Heat Budget. *Journal of Physical Oceanography*, 28: 545-562
- WANG, JY & SC, YANG. 2002. Interactions Between Taiwan's Distant Water Tuna Longline Fishery and Cetaceans. Working Paper Presented at the Toothed Whales/Longline Fisheries Interactions in the South Pacific. Apia, Western Samoa.
- WARHAM, J. 1996. The behaviour, population, biology and physiology of the Petrels. London, Academic Press. 613p.
- WATSON, JW, SP EPPERLY, AK SHAH & DG FOSTER. 2005. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 965-981.
- WEIMERSKIRCH, H & R WILSON. 1992. When do Wandering Albatrosses *Diomedea exulans* forage? *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 86: 297-300.

- WEIMERSKIRCH, H, D CAPDEVILLE & G DUHAMEL. 2000. Factors affecting the number and mortality of seabirds attending trawlers and long-liners in the Kerguelen area. *Polar Biol.*, 23: 236-249.
- WITZELL W. 1999. Distribution and relative abundance of sea turtles caught incidentally by the U.S. pelagic longline fleet in the Western North Atlantic Ocean, 1992–1995. *Fish Bull.*, 97:200–211
- YANO, K & ME DAHLHEIM. 1995. Killer Whale, *Orcinus orca*, depredation on longline catches of bottom fish in the southeastern Bering Sea and adjacent waters. *Fish. Bull.*, 93 (2): 355-372.