



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**



FERNANDA ASSEF SALLIT TONOLLI

**TENDÊNCIAS DE ENCALHES DE TONINHAS, *PONTOPORIA BLAINVILLEI*,
NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL (1991-2005):
AVALIANDO A INFLUÊNCIA DAS CAPTURAS ACIDENTAIS E DE FATORES
AMBIENTAIS**

Orientador: Dr. Daniel Danilewicz

**ILHÉUS – BA
Junho 2013**

FERNANDA ASSEF SALLITI TONOLLI

TENDÊNCIAS DE ENCALHES DE TONINHAS, *PONTOPORIA BLAINVILLEI*,
NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL (1991-2005):
AVALIANDO A INFLUÊNCIA DAS CAPTURAS ACIDENTAIS E DE FATORES
AMBIENTAIS

**Dissertação apresentada à Universidade
Estadual de Santa Cruz como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zoologia.**

Área de Concentração: Zoologia Aplicada.

**ILHÉUS – BA
Junho 2013**

FERNANDA ASSEF SALLIT TONOLLI

TENDÊNCIAS DE ENCALHES DE TONINHAS, *PONTOPORIA BLAINVILLEI*,
NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL (1991-2005):
AVALIANDO A INFLUÊNCIA DAS CAPTURAS ACIDENTAIS E DE FATORES
AMBIENTAIS

Ilhéus, Bahia, 17 de junho de 2013

Prof. Dr. Paulo Henrique Ott
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
UERGS (Examinador)

Prof. Alexandre Schiavetti
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
(Examinador)

Prof. Dr. Júlio Baumgarten
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
(Examinador)

Prof. Dr. Daniel Danilewicz
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC
(Orientador)

*À minha família por todo
amor e apoio*

AGRADECIMENTOS

Este é um momento muito importante por permitir registrar os meus mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho e para a minha formação pessoal.

Agradeço a todos os pesquisadores do Grupo de estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS), por disponibilizar gentilmente o banco de dados utilizado neste estudo e por me proporcionar uma grande experiência de campo, a qual trouxe grande amadurecimento para este estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Ao projeto Toninhas e em especial à Marta Cremer, pela oportunidade de participar do projeto de captura e marcação de toninhas. Esta, sem dúvida, foi uma grande experiência na minha vida, a qual me fez crescer tanto como pessoa como pesquisadora, além de me trazer a realização de um sonho; o encontro com toninhas vivas!

Aos meus amigos e colegas do Laboratório de Ecologia e Conservação de Mamíferos Marinhos (ECOMMAR), pelas conversas, discussões, apoio e incentivo durante todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Gil Marcelo Reuss Strenzel, por todo auxílio, atenção e paciência durante a execução do programa ArcGIS e confecção de mapas. Pela participação e sugestões apresentadas no meu exame de qualificação.

Aos professores Dr. Júlio Baumgarten e Dr. Mirco Solé, por toda a atenção e disposição em resolver todos os problemas encontrados ao longo do percurso.

À Danilo Ruas e Caio Vinícius, pelas horas e horas de ajuda, dedicação e paciência com as análises estatísticas. Serei eternamente grata a vocês!

Aos meus queridos amigos de longe; Bruno, Carol, Fabiana e Juliana, que mesmo com a distância, estão sempre vivos em mim e são parte representativa da minha vida e da construção dos meus sonhos.

A todos os amigos de perto, muito obrigada pelas conversas, risadas, ajudas e por toda a alegria que trazem para a minha vida!

Aos meus queridos avós, Tecla, Archimedes (*in memorian*), Durcília (*in memorian*) e Panerácio (*in memorian*). Infelizmente alguns deles se foram cedo, mas todos foram muito importantes na minha vida e formação, e principalmente por despertar em mim o amor à natureza.

À minha segunda família, Fátima e Izaura, meus mais sinceros agradecimentos por todo carinho, confiança e apoio em todas as horas. Ao Airton (*in memorian*), que com certeza nos acompanha a cada etapa e conquistas da vida!

À minha amada Sophia e Jocas, por todos os momentos de alegria que me proporcionam.

Gostaria de agradecer em especial:

Ao meu orientador, Dr. Daniel Danilewicz por ter me “acolhido” e concedido o aceite de sua orientação. Por todo apoio e confiança depositada. Pela amizade,

pelas oportunidades e toda a atenção e preocupação despendida neste trabalho. Muito obrigada!

À minha amada família, meus amores; Caio Vinícius, Luna e Cacau. Sem vocês nada faria sentido. Vocês são a razão e a alegria da minha vida. Muito obrigada por toda força, todo companheirismo e amor. Por me aturarem nas horas difíceis e por me ajudar a superar cada etapa desse trabalho!

Ao meu pai Panerácio, minha mãe Cristina, e minha irmã Flávia, meus maiores exemplos. Obrigada por todo amor, dedicação, preocupação, cumplicidade e por sempre me proporcionarem o melhor da vida. Obrigada pelo apoio em todas as etapas e escolhas da minha vida. Sem vocês certamente nada disso seria possível. Amo vocês incondicionalmente!

Sumário

Referencial teórico	1
Referências Bibliográficas	8
<i>Pontoporia blainvillei</i> (Gervais & D`orbigny 1844)	14
Tendência de encalhes de toninhas, <i>Pontoporia blainvillei</i>, no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil (1991-2005): avaliando a influência das capturas acidentais e dos fatores oceanográficos	15
1. Resumo	16
1.1 Abstract	17
2. Introdução	18
3. Material e Métodos	22
<u>3.1 Área de estudo</u>	22
<u>3.2 Amostragem</u>	23
3.2.1 <i>Monitoramento de praia</i>	23
3.2.2 <i>Monitoramento da pesca e capturas acidentais</i>	25
3.2.3 <i>Dados ambientais</i>	27
<u>3.3 Análise de dados</u>	27
3.3.1 <i>Caracterização biológica das toninhas</i>	27
3.3.2 <i>Padrões temporais e espaciais</i>	28
3.3.3 <i>Comparação entre encalhes e atividades pesqueiras</i>	30
3.3.4 <i>Dados de vento e transporte de Ekman</i>	30
3.3.5 <i>Estimativa de mortalidade</i>	32
3.3.6 <i>Programas estatísticos</i>	33
4. Resultados	33
<u>4.1 Caracterização biológica das toninhas</u>	33
<u>4.2 Caracterização temporal e espacial de encalhes</u>	34
<u>4.3 Caracterização temporal e espacial da pesca e capturas acidentais</u>	35
<u>4.4 Comparação temporal e espacial entre encalhes e atividade pesqueira</u>	37
<u>4.5 Vento e transporte de Ekman</u>	37
<u>4.6 Estimativa de mortalidade</u>	39
5. Discussão	39
<u>5.1 A influência das capturas acidentais sobre os padrões biológicos</u>	40
<u>5.2 Padrões temporais e espaciais de encalhes</u>	43
<u>5.3 A Influência das capturas acidentais nos padrões de encalhes</u>	46

<u>5.4 A influência dos fatores ambientais nos padrões de encalhe</u>	48
<u>5.5 Estimativa de mortalidade</u>	50
6. Conclusões	
7. Referências Bibliográficas	54
8. Tabelas	60
9. Figuras	64

Referencial teórico

A toninha ou franciscana, *Pontoporia blainvillei* (Gervais e D'Orbigny, 1844) é um pequeno cetáceo odontoceto que foi colocada durante muito tempo dentro do grupo dos golfinhos do rio, superfamília Platanistoidea (juntamente com *Inia geoffrensis*, *Lipotes vexillifer*, *Platanista gangetica*, *P. minor*) (ZHOU, 1982). No entanto, HAMILTON et al., (2001) com base em análises filogenéticas moleculares, sugeriram que a toninha fosse classificada separadamente das outras espécies do grupo, formando dessa forma uma família monoespecífica, Pontoporidae (FOLKENS et al., 2002).

Endêmica de águas do Oceano Atlântico Sul Ocidental, a toninha é encontrada em regiões costeiras do Brasil, Uruguai e Argentina, ocorrendo desde Itaúnas (18°25'S; 30°42'W), Espírito Santo, Brasil (SICILIANO, 1994), até o Golfo San Matias (42°35'S; 64°48'W), Argentina (CRESPO, HARRIS e GONZÁLEZ, 1998). Contudo, no Brasil sua distribuição não é contínua, sendo considerada rara ou ausente em duas áreas ao longo de sua ocorrência: (1) entre Regência (19°40'S), Espírito Santo, e Barra do Itabapoana (21°18'S), Rio de Janeiro; e (2) entre Macaé (22°25'S), Rio de Janeiro, e Baía da Ilha Grande (23°S), São Paulo (SICILIANO, DI-BENEDITO e RAMOS, 2002; ICMBio, 2010) (Figura 1).

A toninha utiliza preferencialmente águas marinhas costeiras, ocorrendo na maioria das vezes a uma profundidade de até 30 metros (PINEDO, PRADERI e BROWNELL, 1989; MORENO, OTT e DANILEWICZ, 1997; SECCHI et al., 1997; DANILEWICZ et al., 2009). No entanto, são encontradas populações que habitam ambientes estuarinos, como a Baía de Babitonga, Baía de Paranaguá e Cananéia, nas regiões sul e sudeste do Brasil (SANTOS

et al., 2002; CREMER e SIMÕES-LOPES, 2005; SANTOS, OSHIMA e SILVA, 2009) e no Rio da Plata, na região norte da Argentina (e.g., RODRIGUEZ, RIVERO e BASTIDA, 2002).

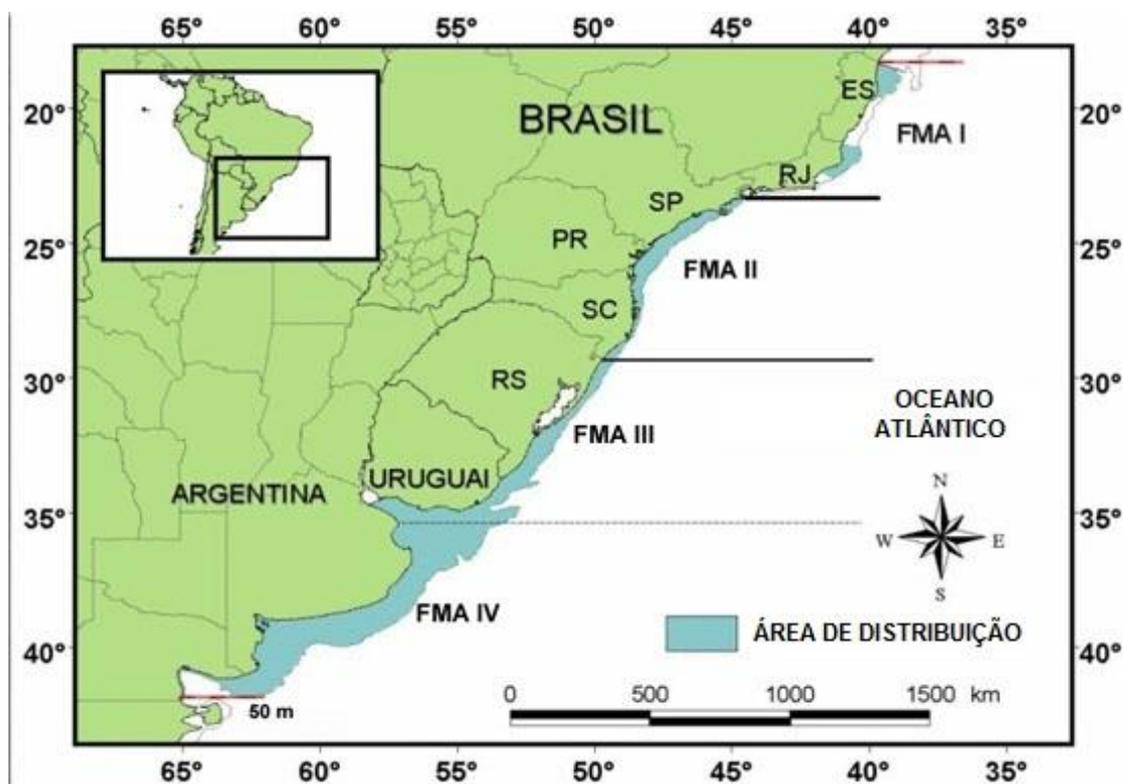


Figura 1. Área de ocorrência da toninha (*Pontoporia blainvillei*), representando os limites de distribuição (linhas vermelhas) e das áreas de manejo (FMAs)(Imagem adaptada de ICMBio 2010).

O ciclo de vida da toninha é considerado curto em relação a outras espécies de cetáceos (DANILEWICZ, 2003). O período gestacional dura em torno de 11 meses, nascendo um filhote a cada um ou dois anos, com cerca de 70 a 80 centímetros de comprimento e atingem a maturidade entre os dois e cinco anos de idade. O comprimento médio varia conforme o sexo (possuem dimorfismo sexual reverso, e.g., fêmeas apresentam tamanho corpóreo maior que machos) e distribuição geográfica (e.g., RAMOS, DI-BENEDITO e LIMA,

2000; ROSAS e MONTEIRO-FILHO, 2002; DANILEWICZ, 2003). As toninhas do Rio Grande do Sul atingem a maturidade sexual com tamanho médio de 127,4 cm (machos) e 138,9 cm (fêmeas) (DANILEWICZ 2003, DANILEWICZ et al., 2004) e alcançam a maturidade física entre 129,8 e 136 cm (machos) e 146,4 e 161,9 cm (fêmeas) (KASUYA & BROWNELL, 1979; WALTER, KINAS e SECCHI, 1998).

A toninha está entre as espécies de cetáceos mais difíceis de serem estudadas, devido ao seu pequeno tamanho e comportamento evasivo (WEISKEL, BORDINO e ARIAS, 2002). Segundo BORDINO (2002), a espécie evita a aproximação de embarcações motorizadas e comportamentos aéreos são incomuns. Em relação à composição de grupos, podem ser encontradas solitárias, em pequenos grupos de dois a cinco, ou até mesmo 10 indivíduos (BORDINO, THOMPSON e IÑIGUEZ, 1999; DI-BENEDITTO, RAMOS e LIMA, 2001; CREMER & SIMÕES-LOPES, 2005; DANILEWICZ et al., 2010). Até o momento, não há evidência concreta de que a toninha apresente algum padrão migratório (ICMBio, 2010). Sua alimentação pode ser diversificada de acordo com sua área de ocorrência e sazonalidade na disponibilidade de presas. De modo geral, alimentam-se preferencialmente de peixes ósseos e lulas (BASSOI, 2005). Seu hábito alimentar reflete diretamente a associação da espécie com ambientes costeiros e estuarinos (OTT, 1995; BASSOI, 1997; DI-BENEDITTO & RAMOS, 2001) tornando a espécie vulnerável às ações antrópicas, de modo que é considerada o pequeno cetáceo da América do Sul que mais sofre com as atividades humanas em ambiente costeiro (SECCHI, OTT e DANILEWICZ, 2003; ICMBio, 2010).

As principais ameaças à sobrevivência da espécie envolvem a captura acidental em redes de pesca, a remoção de espécies de presa pela sobrepesca e a degradação e poluição de seu habitat (PRADERI, PINEDO e CRESPO, 1989; BASSOI e SECCHI, 2000; DANILEWICZ et al., 2002; REEVES et al., 2008). Atualmente a toninha é classificada como Vulnerável (VU) na lista vermelha de animais ameaçados de extinção da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2011). A espécie também está incluída na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, classificada como Vulnerável no Plano de Ação dos Mamíferos Aquáticos do Brasil e listada no Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES) (ICMBio, 2010; REEVES et al., 2008).

A atividade pesqueira com rede de emalhe surgiu nos anos quarenta no Brasil (HAIMOVICI, CASTELLO e VOOREN, 1997). No entanto, somente na década de 1980 foi reconhecida a importância dessa atividade como ameaça à conservação da toninha, quando os primeiros estudos sobre a mortalidade pela pesca começaram a ser realizados (e.g., PINEDO, 1982; PINEDO, 1986; PRADERI, PINEDO e CRESPO, 1989). Atualmente a captura acidental vem sendo registrada ao longo de toda a distribuição da espécie (CREMER et al., 1995; SECCHI et al., 1997; PRADERI, 1997; ROSAS, MONTEIRO-FILHO e OLIVEIRA, 2002; DI-BENEDITO, 2003; OTT et al., 2002; NEGRI et al., 2012; FRIZZERA et al., 2012).

SECCHI, OTT e DANILEWICZ (2003) propuseram o reconhecimento de quatro áreas de manejo para a toninha, denominadas como FMAs (*Franciscana Management Areas*), sendo elas: Área de Manejo I (FMA I), para

os estados do Espírito Santo e Norte do Rio de Janeiro; Área de Manejo II (FMA II), para os estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina; Área de Manejo III (FMA III), do Rio Grande do Sul até o Uruguai; Área de Manejo IV (FMA IV), na Argentina (Figura 1).

Dentre as quatro áreas de manejo, a FMA III apresenta os maiores níveis de captura acidental de toninhas (SECCHI et al., 1997; SECCHI, OTT e DANILEWICZ, 2003; OTT, 1998; OTT et al., 2002; DANILEWICZ, 2007). No Uruguai, estima-se que, cerca de 3.683 toninhas foram mortas entre os anos de 1974 e 1994, quando a pesca era voltada para a captura de tubarões com o uso de redes de malha maiores (PRADERI, 1997; ICMBio, 2010). Com o declínio das espécies de tubarão e a mudança na dinâmica pesqueira da região na década de 1990, acreditava-se que a diminuição do esforço pesqueiro pudesse contribuir para que a população de toninhas se recuperasse (PRADERI, 1997). Porém, o crescimento acentuado do cenário pesqueiro no Rio Grande do Sul com redes de emalhes maiores, pode estar dificultando a recuperação da população de toninhas da FMA III (ICMBio, 2010).

De acordo com PINEDO e POLACHECK (1999), 1.076 toninhas foram encontradas mortas na praia entre o período de 1979 e 1998 na costa do Rio Grande do Sul. Monitoramentos da frota pesqueira na mesma região estimam que a mortalidade de toninhas neste estado possa variar entre 425 a 1.069 indivíduos por ano (MORENO, OTT e DANILEWICZ, 1997; SECCHI et al., 1997; OTT, 1998; KINAS e SECCHI, 1998; KINAS e SECCHI, 1999; OTT et al., 2002). Ainda neste contexto, KINAS (2002) evidenciou um crescimento anual de 72% no esforço pesqueiro entre o período de 1979 e 1994 no Rio Grande do Sul, demonstrando a urgente necessidade da implementação de ações de

manejo e de regulamentação da pesca costeira comercial na FMA III para a conservação da toninha, bem como outros vertebrados marinhos, incluindo o estoque pesqueiro.

Observações de campo sugerem que a captura acidental em redes de pesca seja o principal motivo de mortalidade das toninhas encontradas encalhadas na costa do Rio Grande do Sul, devido à evidência de marcas de rede, mutilação de nadadeiras e animais saudáveis com conteúdo estomacal fresco (PINEDO, 1986; PINEDO e POLACHECK, 1999). Uma vez que as carcaças de toninhas capturadas acidentalmente em redes de pesca são normalmente liberadas ao mar pelos pescadores (SECCHI, OTT e DANILEWICZ, 2003), seria esperado que as taxas de encalhes ao longo dos anos refletissem a tendência anual da mortalidade pela pesca. Contudo, estudos têm evidenciado que o número de carcaças que chegam até a costa é dependente de um conjunto de variáveis (e.g., HART, MOORESIDE e CROWDER, 2006; FERREIRA, MUELBERT e SECCHI, 2010; PELTIER et al., 2012). Embora diversos fatores biológicos e físicos, bem como a distribuição de animais e suas fontes de mortalidade possam afetar a probabilidade de um evento de encalhe, os fatores ambientais desempenham um papel importante de onde e quando essas carcaças podem ocorrer (MACLEOD, PIERCE e SANTOS, 2004; HART, MOORESIDE e CROWDER, 2006). FERREIRA, MUELBERT e SECCHI (2010) sugeriram que o vento pode transportar carcaças de toninhas para a costa, e que estudos mais detalhados poderiam mostrar uma melhor relação entre encalhes e variáveis ambientais.

A costa norte do Rio Grande do Sul vem sendo sistematicamente monitorada desde o início da década de 1990 pelo Grupo de Estudos de

Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS), gerando um importante banco de dados referentes a encalhes de toninhas e a atividade pesqueiras da região. Considerando a escassez de estudos relacionando eventos de encalhe com fontes de mortalidade e a influência de variáveis ambientais, este estudo tem por objetivo avaliar a tendência de encalhe de toninhas no litoral norte do Rio Grande do Sul, visando entender como as atividades pesqueiras e os ventos estão associados com a chegada de carcaças à costa e como essas variáveis podem interferir no uso de índice indireto de mortalidade a partir de dados de encalhes.

Referências Bibliográficas

BASSOI, M. **Avaliação da dieta alimentar de toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais and D' Orbigny, 1844), capturadas acidentalmente na pesca costeira de emalhe no sul do Rio Grande do Sul.** Dissertação de Bacharelado, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 68pp, 1997

BASSOI, M. Feeding ecology of franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae) and oceanographic processes on the Southern Brazilian coast. Tese de Doutorado. Graduate School of the National Oceanography, Southampton, 189pp, 2005.

BASSOI, M.; SECCHI, E. R. Temporal variation in the diet of franciscana *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) as a consequence of fish stocks depletion off southern Brazil. **In: IV Encontro para a Coordenação da Pesquisa e Conservação da Franciscana, *Pontoporia blainvillei*, no Atlântico Sul Ocidental**, Working paper No. 9. 2000.

BORDINO, P. Movement patterns of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) in Bahia Anegada, Buenos Aires, Argentina. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 71-76, 2002.

BORDINO, P.; THOMPSON, G.; IÑIGUEZ, M. Ecology and behavior of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Bahia Anegada, Argentina. **Journal of Cetacean Research and Management** , v. 1, p.213–222, 1999.

CREMER M. J.; SIMÕES-LOPES P. C. The occurrence of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny) (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine area in southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, p. 717–723, 2005.

CREMER, M. J.; BRUTTO, L. F.; SIMÕES-LOPES, P. C.; DIEFENBACH, C. O. The incidental catch of *Pontoporia blainvillei* in Santa Catarina state, southern Brazil. Page 26. **In: Abstracts, XI Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals**, 14 -18 December, Orlando, 1995.

CRESPO, E. A.; HARRIS, G.; GONZÁLEZ, R. Group size and distributional range of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. **Marine Mammal Science**, v. 14, p. 845–849, 1998.

DANILEWICZ, D. **A Toninha, *Pontoporia blainvillei* (Mammalia: Cetacea), no litoral norte do Rio Grande do Sul: mortalidade acidental em redes de pesca, abundância populacional e perspectiva para a conservação da espécie.** Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 108pp, 2007.

DANILEWICZ, D. Reproduction on female franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 2, p. 67-78, 2003.

DANILEWICZ, D.; CLAVER, J. A.; PÉREZ CARRERA, A. L.; SECCHI, E. R.; FOUNTOURA, N. F. Reproductive biology of male franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) (Mammalia: Cetacea) from Rio Grande do Sul, southern Brazil. **Fishery Bulletin**. v. 102, n. 4, p. 581–592, 2004.

DANILEWICZ, D.; MORENO, I. B.; OTT, P. H.; TAVARES, M.; AZEVEDO, A. F.; SECCHI, E. R.; ANDRIOLO, A. Abundance estimate for a threatened population of franciscana dolphins in southern coastal Brazil: uncertainties and management implications. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. v. 90, p. 1649–1657, 2010.

DANILEWICZ, D.; ROSAS, F.; BASTIDA, R.; MARIGO, J.; MUELBERT, M.; RODRIGUEZ, D.; BRITO JR., J. L.; OTT, P. H.; CAON, G.; SECCHI, E. R. Report on the working group on Biology and Ecology. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 25-42, 2002.

DANILEWICZ, D.; SECCHI, E. R.; OTT, P. H.; MORENO, I. B.; BASSOI, M.; BORGES-MARTINS, A. M. Habitat use patterns of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) of southern Brazil in relation to water depth. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 943-949, 2009.

DI-BENEDITTO, A. P. M. Interactions between gillnet fisheries and small cetaceans in Northern Rio de Janeiro, Brazil: 2001-2002. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 2, n. 2, p. 79-86, 2003.

DI-BENEDITTO, A. P. M.; RAMOS, R. M. A. Biology and conservation of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the north of Rio de Janeiro State, Brazil. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 3, p. 185–192, 2001.

DI-BENEDITTO, A. P.; RAMOS, R.; LIMA, N. R. W. Sightings of *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844) and *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) (Cetacea) in South-eastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 44, n. 3, p. 291-296, 2001.

FERREIRA, E. C.; MUELBERT, M. M. C.; SECCHI, E. R. Distribuição espaço-temporal das capturas acidentais de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) em redes de emalhe e dos encalhes ao longo da costa sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 32, n. 2, p. 183-197, 2010.

FOLKENS, PIETER. **Guide to Marine Mammals of the World** Alfred A. Knopf, New York, 2002.

FRIZZERA, F. C.; TOSI, C.; PINHEIRO, H. T.; MARCONDES, M. C. C. Captura acidental de toninha (*Pontoporia blainvillei*) na costa norte do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 29, p. 81-86, 2012

HAIMOVICI, M.; CASTELLO, J. P.; VOOREN, C. M. Fisheries. In: **Subtropical Convergence Environments – the coasts and sea in the southwestern Atlantic**. (Eds U. Seeliger, C. Odebrecht and J. P. Castello.) pp. 184–96. Springer-Verlag: Berlin, 1997.

HAMILTON, H.; CABALLERO, S.; COLLINS, A. G.; BROWNELL JR, R. L. Evolution of river dolphins. Proceedings of the Royal Society of London Series B: **Biological Sciences**, v. 268, n. 1466, p. 549–556, 2001.

HART, K. M.; MOORESIDE, P.; CROWDER, L. R. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: Going with the flow. **Biological Conservation**, v. 129, p. 283-290, 2006.

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de ação nacional para a conservação do pequeno cetáceo Toninha: *Pontoporia blainvillei***. Organizadores: Rocha-Campos, C. C., Danilewicz, D. & Siciliano, S. Brasília, 2010.

KINAS, P. G.; SECCHI, E. R. Modelling truncated data to estimate incidental kills of franciscana, *Pontoporia blainvillei*, by gillnets. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 47, p. 533–536, 1998.

KINAS, P. G.; SECCHI, E. R. Modelling truncated data to estimate incidental kills of franciscana, *Pontoporia blainvillei*, by gillnets. In **ICES/SCOR Symposium on Ecosystem Effects of Fishing**. p. 51. ICES/SCOR, Montpellier, 1999.

KASUYA, T.; BROWNELL, R. L. Age determination, reproduction and growth of the franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei*. **Sci. rep. Whales Res. Inst.** v. 31, p. 45–67, 1979.

MACLEOD, C. D.; PIERCE, G. J.; SANTOS, M. B. Geographic and temporal variations in strandings of beaked whales (Ziphiidae) on the coasts of the UK and the Republic of Ireland from 1800-2002. **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 6, n.1, p. 1-8, 2004.

MORENO, I. B.; OTT, P. H.; DANILEWICZ, D. S. Análise preliminar do impacto da pesca artesanal costeira sobre *Pontoporia blainvillei* no litoral norte do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. In: **Proceedings of the Second Workshop for the Research Coordination and Conservation of the Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic, Florianópolis, 1994**. (ed. Pinedo, M. C. & Barreto, A.), pp.31-41, 1997.

NEGRI, M. F.; DENUNCIO, P.; PANEBIANCO, M. V.; CAPPOZZO, H. L. Bycatch of franciscana dolphins *Pontoporia blainvillei* and the dynamic of artisanal fisheries in the species' southernmost area of distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 2, p. 149-158, 2012.

OTT, P. H. **Análise das capturas acidentais da toninha, *Pontoporia blainvillei*, no litoral norte do Rio Grande do Sul, sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 120pp, 1998.

OTT, P. H. **Estudo da ecologia alimentar de *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D'Orbigny, 1844) (Cetacea, Pontoporidae) no litoral norte do Rio Grande**

do Sul Brasil. Dissertação de Bacharelado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

OTT, P. H.; SECCHI, E. R.; MORENO, I. B.; DANILEWICZ, D.; CRESPO, E. A.; BORDINO, P.; RAMOS, R.; DI-BENEDITTO, A. P.; BERTOZZI, C.; BASTIDA, R.; ZANELLATO, R.; PEREZ, J.; KINAS, P. G. Report of the working group on fishery interaction. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 55-64, 2002.

PELTIER, H.; DABIN, W.; DANIEL, P.; VAN CANNEYT, O.; DORÉMUS, G.; HUON, M.; RIDOUX, V. The significance of stranding data as indicators of cetacean populations at sea: Modelling the drift of cetacean carcasses. **Ecological Indicators**, v. 18, p. 278–290, 2012.

PINEDO, M. C. **Análise dos conteúdos estomacais de *Pontoporia blainvillei* (Gervais & D’Orbigny, 1844) e *Tursiops gephyreus* (Lahille, 1908) (Cetacea, Platanistidae e Delphinidae) na zona estuarial e costeira de Rio Grande, R. S., Brasil.** Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 1982.

PINEDO, M. C. Mortalidade de *Pontoporia blainvillei*, *Tursiops gephyreus*, *Otaria flavescens* e *Arctocephalus australis* na costa do Rio Grande do Sul, Brasil, 1976-1983. In ‘**Actas I Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de America del Sur.**’ Buenos Aires , pp. 187–199, 1986.

PINEDO, M. C.; POLACHECK, T. Trends in franciscana (*Pontoporia blainvillei*) stranding rates in Rio Grande do Sul, Southern Brazil (1979–1998). **Journal of Cetacean Research and Management**, v. 1, p. 179–189, 1999.

PINEDO, M. C.; PRADERI, R.; BROWNELL R. L. Review of the biology and status of franciscana, *Pontoporia blainvillei*. In: **Biology and conservation of river dolphins** (Eds W. F. Perrin, R. L. Brownell, Z. Kaiya and L. Jiankang.). Occasional Papers of the IUCN Species Survival Commission, pp. 46-51, 1989.

PRADERI, R. 1997. Análisis comparativo de estadísticas de captura y mortalidad incidental de *Pontoporia blainvillei* en Uruguay durante 20 años. In **Anais do 2º Encontro sobre Coordenação de Pesquisa e Manejo da Franciscana.** (Eds M. C. Pinedo and A. S. Barreto.) pp. 42–53. FURG, Rio Grande, 1997.

PRADERI, R.; PINEDO, M. C.; CRESPO, E. A. Conservation and management of *Pontoporia blainvillei* in Uruguay, Brazil and Argentina. In **Biology and Conservation of the River Dolphins.** (Eds W. F. Perrin, R. L. Brownell, Z. Kaiya and L. Jiankang.) pp. 52–56. Occasional Papers. IUCN SSC 3, Gland, 1989.

RAMOS, R.; DI-BENEDITTO, A. M P.; LIMA, N. R. W.. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* in northern Rio de Janeiro, Brazil. **Aquatic Mammals**, v. 26, n. 1, p. 65-75, 2000.

REEVES, R. R.; DALEBOUT, M. L.; JEFFERSON, T. A.; KARCZMARSKI, L.; LAIDRE, K.; O'CORRY-CROWE, G.; ROJAS-BRACHO, L.; SECCHI, E. R.; SLOOTEN, E.; SMITH, B. D.; WANG, J. Y.; ZERBINI, A. N.; ZHOU, K. *Pontoporia blainvillei*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. 2008.

RODRÍGUEZ, D.; RIVERO, L.; BASTIDA, R. Feeding ecology of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in marine and estuarine waters of Argentina. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, p. 77–94, 2002.

ROSAS F. C. W.; MONTEIRO-FILHO E. L. A.; OLIVEIRA M. R. Incidental catches of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) on the southern coast of São Paulo state and the coast of Paraná state, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 161-167, 2002.

ROSAS, F. C. W.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Reproductive parameters of *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae), on the coast of São Paulo and Paraná states, Brazil. **Mammalia**, v. 66, n. 2, p. 231-245, 2002.

SANTOS M. O. S.; OSHIMA, J. E. F.; SILVA, E. Sightings of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*): the discovery of a population in the Paranaguá estuarine complex, southern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, n. 1, p. 57-63, 2009.

SANTOS, M. C. O.; VICENTE, A. F. C.; ZAMPIROLI, E.; ALVARENGA, F.; SOUZA, S. P. Records of franciscana (*Pontoporia blainvillei*) from the coastal waters of São Paulo State, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, p. 169-174, 2002.

SECCHI, E. R.; OTT, P. H.; DANILEWICZ, D. Effects of fishing by-catch and the conservation status of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. In: **Marine mammals: fisheries, tourism and management issues** (Eds. Gales, N., Hindell, M. & Kirkwood, R.) Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, pp. 174 – 191, 2003.

SECCHI, E. R.; ZERBINI, A. N.; BASSOI, M.; DALLA ROSA, L.; MÖLLER, L. M. ROCCHA-CAMPOS, C. C. Mortality of franciscanas, *Pontoporia blainvillei*, in coastal gillnetting in southern Brazil: 1994–1995. **Reports of the International Whaling Commission**, v. 47, p. 653–658, 1997.

SICILIANO, S. Review of small cetaceans and fishery interaction in coastal waters of Brazil. **Report of International Whaling Commission**, v. 15, p. 241-250, 1994.

SICILIANO, S.; DI-BENEDITTO, A. P.; RAMOS R. M. A. A toninha, *Pontoporia blainvillei* (Gervais & d'Orbigny, 1844) (Mammalia, Cetacea, Pontoporiidae), nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, costa sudeste do Brasil: caracterizações dos habitats e fatores de isolamento das populações. **Boletim do Museu Nacional.(Zoologia)**, v. 476, p. 1–15, 2002.

WALTER, T.; KINAS, P. G.; SECCHI, E. R. Utilização do método de Schnute (1981) para estimar o crescimento de toninha *Pontoporia blainvillei* ocorrente na costa de Rio Grande do Sul. RS, XI, 1998.

WEISKEL, H. W.; BORDINO, P.; ARIAS, A. M. Gillnets and conservation of the franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in Argentina: A policy perspective. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 1, n. 1, p. 175-182, 2002.

ZHOU, K. Classification and phylogeny of the Superfamily Platanistoidea, with notes on evidence of the monophyly of the Cetacea. **Scientific Reports of the Whales Research Institute**, v. 34, p. 93-108, 1982.



Pontoporia blainvillei (Gervais & D`orbigny 1844) Foto: Marta J. Cremer

O manuscrito a seguir está estruturado conforme as normas do periódico
Marine Ecology Progress Series.

Tendências de encalhes de toninhas, *Pontoporia blainvillei*, no litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil (1991-2005): avaliando a influência das capturas acidentais e de fatores ambientais

Fernanda Assef Sallit Tonolli^{1,2*} & Daniel Danilewicz^{1,2,3}

¹ *Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, 45662-900 Ilhéus, BA, Brazil*

² *Laboratório de Ecologia e Conservação de Mamíferos Marinhos (ECOMMAR), Universidade Estadual de Santa Cruz, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, 45662-900 Ilhéus, BA, Brazil*

³ *Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS), Av. Tramandaí, 976, 95625 000, Imbé, RS, Brasil*

Email: fernandatonolli@gmail.com

1. Resumo

A toninha, *Pontoporia blainvillei*, é o pequeno cetáceo mais ameaçado do Atlântico sul ocidental, sendo a captura acidental em redes de emalhe sua principal ameaça. O Rio Grande do Sul (RS) representa a região com os mais altos níveis de mortalidade de toninhas em relação às demais áreas de ocorrência. A costa norte do estado vem sendo sistematicamente monitorada desde a década de 1990, gerando um importante banco de dados referente à encalhe de toninhas. Estudos recentes têm demonstrado que carcaças a deriva podem sofrer influência de variáveis ambientais que podem determinar a sua chegada à costa. Este estudo teve por objetivo avaliar as tendências de encalhe de toninhas no litoral norte do RS, relacionando a influência da sazonalidade pesqueira e dos fatores ambientais. Foram utilizados dados de longo prazo amostrados entre outubro de 1991 e dezembro de 2005 através de monitoramentos de praia e da frota pesqueira de Torres e Tramandaí, além do levantamento de dados ambientais costeiros (intensidade e direção do vento). Um total de 19.194,2 km de praia foi percorrido com o registro de 452 eventos de encalhe, dos quais foram tomados dados biológicos referentes a tamanho corpóreo e sexo dos indivíduos. Foram analisadas 823 operações de pesca e 4.487 medidas de direção e intensidade do vento. Este estudo não identificou uma influência das capturas nos padrões biológicos da população. A área de praia amostrada foi dividida em seis setores, onde uma distribuição heterogênea dos encalhes foi verificada, com uma concentração ao sul, entre as áreas quatro e seis. Uma sazonalidade marcada dos encalhes em relação às estações do ano foi observada, com o verão e a primavera apresentando as maiores taxas de encalhe. A sazonalidade das atividades pesqueiras (profundidade, distância da costa) e da mortalidade, responderam parcialmente a variação intra-anual dos padrões de encalhe, evidenciando a influência de outros fatores no direcionamento de carcaças de toninhas no mar. A alta frequência de transporte (*offshore*) no inverno pode explicar as baixas taxas de encalhe observadas para esta estação. A associação entre a sazonalidade das atividades pesqueiras e das variáveis ambientais demonstra exercer influência representativa e complementar nos padrões de encalhe de toninhas no litoral norte do RS. Um índice de correção baseado em um estudo prévio foi utilizado para estimar a mortalidade mínima de toninhas a partir de dados de encalhes. No mínimo 6.847 indivíduos morreram entre os anos de 1991 e 2005 no litoral norte. Dessa forma, o presente estudo representa uma importante ferramenta para a implementação de estratégias de conservação e manejo de toninhas da FMA III e sugere ainda que novos estudos relacionados à marcação e recaptura de carcaças sejam conduzidos na região, a fim de gerar estimativas mais refinadas de mortalidade a partir de dados de encalhe, direcionadas a sazonalidade das frotas pesqueiras da região.

Palavras-chave: *Pontoporia blainvillei*, encalhe, captura acidental, transporte de Ekman

1.1 Abstract

The franciscana, *Pontoporia blainvillei*, is the most endangered small cetacean of the western South Atlantic, and bycatch in gillnets their main threat. The state of Rio Grande do Sul (RS) presents the highest levels of mortality of franciscana in relation to other areas of occurrence. The north coast of the state has been systematically monitored since the 1990s, creating an important data base for the stranding of franciscana. Recent studies have shown that carcasses drift can be influenced by environmental variables that can determine their arrival into the coast. This study aimed to evaluate trends in strandings of franciscana in the northern coast of RS, relating the influence of seasonal fishing and environmental factors. We used long-term data sampled between October 1991 and December 2005, through beach surveys, fishing monitoring and survey of coastal environmental data (intensity and direction of the wind). A total of 19.205,8 km beach were covered. During the surveys, 452 stranded franciscanas were recorded and biological data on body length and gender was collected. Moreover, 823 fishing operations were analyzed and 4.487 measures of wind intensity and direction were sampled. This study was not able to identify an influence of catches on the biological patterns of the population, like length structure and sex ratio. A heterogeneous distribution of carcasses on the coast was observed, with a concentration of strandings in the south, between areas 4 and 6. A marked seasonality of strandings was observed, with summer and spring showing the highest rates of stranding. The seasonality of fishing activities, (depth, distance from shore and mortality) responded partially intra-annual patterns of stranding, showing the influence of other factors in the directing carcasses at sea. The predominance of transport (offshore direction) in winter may explain the low rates of stranding observed for this season. The association between seasonality influence of fishing activities and environmental variables demonstrates representative and complementary on the patterns of franciscanas strandings in the northern coast of the RS. A correction index based on a previous study in the south coast of RS was used to estimate the minimum mortality of franciscanas from strandings data. At least 6.847 franciscanas died between the years 1991 and 2005 on the north coast. Thus, this study represents an important tool for the implementation of conservation strategies and management of FMA III population and suggests that further studies related to mark-recapture of carcasses are conducted on the north coast, in order to generate more refined estimates of mortality from stranding data, directed to the seasonality of fishing fleets in the region.

Keywords: *Pontoporia blainvillei*, stranding, bycatch, Ekman transport

2. Introdução

Encalhes de mamíferos marinhos têm sido foco da atenção de pesquisadores há várias décadas (Norris 1961, Stroud & Roffe 1979, Klinowska 1986, Willey & Asmutis 1995, Peltier et al. 2012). De fato, grande parte do conhecimento científico que envolve a descrição de espécies, características anatômicas, história de vida, padrões temporais e espaciais de mortalidade, doenças, entre muitos outros aspectos da biologia e ecologia de uma espécie, provem de estudos de animais encalhados (Perrin & Geraci 2002, Berta et al. 2006).

O termo encalhe pode ser utilizado tanto para um animal vivo como para um animal morto encontrado na costa (Geraci & Lounsbury 2005). As causas envolvidas em um evento de encalhe podem ser muitas e classificadas em dois tipos: I) Causas naturais, relacionadas principalmente a condições ambientais e doenças; II) Causas não naturais, sempre relacionadas à atividade humana, que interferem diretamente no habitat e conseqüentemente na saúde e sobrevivência de espécies de mamíferos marinhos (Perrin & Geraci 2002). Dentre as causas não naturais, as mais comuns estão relacionadas a eventos como derramamento de petróleo, contaminantes na água, colisões com navios, atividades sísmicas e, principalmente, ao emalramento em redes de pesca (Burger 1993, Laist et al. 2001, Perrin & Geraci 2002, Gerpe et al. 2002, Compton et al. 2008, Trippel et al. 2011).

Apesar de dados de encalhes de mamíferos marinhos serem uma importante fonte de material biológico para o entendimento da biologia e história de vida das espécies (Berta et al. 2006, Perrin & Geraci 2002), os mesmos podem apresentar limitações (Peltier et al. 2012). Uma questão

importante é o desconhecimento da origem geográfica dos animais encalhados, além de que apenas uma parcela da real mortalidade de uma população tem a chance de chegar à costa e serem encontrados (Peltier et al. 2012). Animais que morrem no mar têm chances de serem levados em direção contrária à costa, serem consumidos por outros animais, afundarem, ou ainda, mesmo encalhados, correm o risco de não serem detectados por pesquisadores, colocando a relevância ecológica desses estudos em risco devido a falhas na estratégia de amostragem (Epperly et al. 1996, Siebert et al. 2006, Peltier et al. 2012). Estudos recentes têm evidenciado que o número de carcaças que chegam a costa pode ser influenciado por diversas variáveis, tais como correntes marinhas, distância da costa, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, e fluatibilidade das carcaças (Epperly et al. 1996, Flint & Fowler 1997, Evans et al. 2005, McFee et al. 2006, Leeney et al. 2008). Outro fator que pode influenciar o destino de carcaças é o transporte de Ekman. Este fenômeno é influenciado pela direção e intensidade do vento, os quais exercem influência sobre a superfície oceânica, e devido à força de Coriolis direcionam a água à direita do sentido do vento no hemisfério norte e a esquerda no hemisfério sul (Ekman 1905). Neste contexto, o entendimento da influência das variáveis mencionadas sobre a deriva de carcaças no mar, pode ser importante no sentido de melhorar o significado ecológico de dados de encalhes (Peltier et al. 2012).

Dentre as atividades humanas, a pesca é a que interfere em maior escala na sobrevivência de mamíferos marinhos (Reeves et al. 2003). A captura acidental em redes de pesca tem atingido espécies no mundo todo, tornando-se uma ameaça extremamente grave não só para esse grupo, mas

também para aves, tartarugas marinhas, peixes e outros organismos não alvos (e.g., Tasker et al. 2000, Bugoni et al. 2001, Witherell et al. 2002, Reeves et al. 2003). Na América do Sul, a rede de emalhe é responsável por um número expressivo de capturas acidentais de animais marinhos, incluindo pequenos cetáceos de hábitos costeiros, como o boto-cinza, *Sotalia guianensis*, o golfinho-nariz-de-garrafa, *Tursiops truncatus* e a toninha *Pontoporia blainvillei* (Monteiro-Neto et al. 2000, Kinas 2002, ICMBio 2010, Zappes et al. 2013, Reyesa 2013).

No sul do Brasil, a pesca costeira com redes de emalhe aumentou substancialmente a partir do início de 1980 e desde então tem causado a morte de centenas ou milhares de cetáceos através do emalhamento, principalmente em redes de espera (Simões-Lopes & Ximenez 1993, Siciliano 1994, Secchi et al. 1997, Ott et al. 2002, Fruet et al. 2012).

A toninha, é um pequeno cetáceo odontoceto, endêmico de águas do Oceano Atlântico Sul Ocidental, encontrado em regiões costeiras do Brasil, Uruguai e Argentina, ocorrendo desde Itaúnas (18°25'S; 30°42'W), Espírito Santo, Brasil (Siciliano 1994), até Golfo San Matias (42°35'S; 64°48'W), Argentina (Crespo et al. 1998).

Atualmente a espécie é classificada como Vulnerável (VU) na lista vermelha de animais ameaçados de extinção da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2011), sendo sua principal ameaça a captura acidental em redes de emalhe ao longo de toda a sua distribuição, onde são liberadas de volta ao mar pelos pescadores após serem retiradas das redes (Pinedo 1986, Pinedo 1994, Ott et al. 2002, Secchi et al. 2003, Danilewicz 2007). No Rio Grande do Sul, a captura acidental de toninhas é alta e

preocupante (Secchi et al. 1997, Moreno et al. 1997, Ott 1998; Kinas 2002). No litoral norte do estado, estima-se que a mortalidade anual esteja em torno de 425 indivíduos, sendo evidenciado um pico de mortalidade nos meses de inverno e verão (Ott 1998, Danilewicz 2007), enquanto que no litoral sul, as estimativas de mortalidade variam de 460 a 810 toninhas por ano (Secchi et al. 1997, Ott et al. 2002).

Estudos utilizando dados de encalhes relataram que 1.076 toninhas foram encontradas mortas entre o período de 1979 e 1998 no sul do Rio Grande do Sul (Pinedo & Polacheck 1999). Kinas et al. (2002) demonstraram que a população de toninhas do Rio Grande do Sul e Uruguai tem grandes possibilidades de estar declinando, considerando o crescimento acelerado do esforço pesqueiro na região.

Neste contexto, com base em um banco de dados de encalhes de toninhas coletado entre os anos de 1991 e 2005 na região norte do Rio Grande do Sul, este estudo pretende avaliar a tendência de encalhe de toninhas com os seguintes objetivos: (1) Avaliar a influência das capturas acidentais na estrutura sexual e estrutura de tamanho de toninhas encalhadas; (2) Identificar a associação dos padrões espaciais e temporais de encalhes com a intensidade das atividades pesqueiras (3) Identificar a variação sazonal de variáveis ambientais e sua influência na distribuição de carcaças de toninhas ao longo da costa norte do Rio Grande do Sul e (4) Estimar a mortalidade mínima de toninhas para o período de 1991 a 2005 com base nos dados de encalhe.

3. Material e métodos

3.1 Área de estudo

O litoral norte do Rio Grande do Sul é caracterizado por praias arenosas, retilíneas e contínuas, com declividade de aproximadamente 2° (Calliari et al. 2005). A influência de maré pode ser considerada mínima, com uma amplitude média de 0,47 m (Defant 1961). Um dos fatores climáticos mais importantes é a direção e intensidade dos ventos, nordeste (NE) na maior parte do ano. Os ventos são responsáveis por determinar a dinâmica das dunas e vegetação ao longo da costa (Brack 2006). Em relação ao perfil batimétrico da região, pode-se considerar que o litoral norte apresenta uma acentuada pente do leito marinho comparado ao litoral sul (Weigert et al. 2005). Quando considerados pontos localizados a uma mesma distância da linha da costa (e.g., 8km) o litoral norte apresenta profundidades em torno de 25 metros, enquanto que no litoral sul são observadas profundidades em torno de 12 metros.

A região sofre influência direta de águas fluviais do Estuário da Lagoa dos Patos e da Convergência Subtropical do Atlântico Sul Ocidental, a qual é formada pelo encontro da Corrente do Brasil (águas quentes e pobres em nutrientes) com a Corrente das Malvinas (águas frias e ricas em nutrientes) (Seeliger et al. 1998). A interação entre essas duas correntes e o deságue das lagoas costeiras fazem com que a região se torne uma importante área de alimentação e reprodução de inúmeras espécies, representando uma das áreas mais produtivas do Brasil (Castello et al. 1998).

3.2 Amostragem

Para a realização deste estudo, foram utilizados dados de longo prazo amostrados entre outubro de 1991 e dezembro de 2005 no litoral norte do Rio Grande do Sul, advindos de três fontes distintas: (1) monitoramentos de praia para coleta de carcaças de toninhas, (2) monitoramento da pesca e das capturas acidentais de toninhas e (3) levantamento de dados ambientais costeiros (intensidade e direção dos ventos).

3.2.1 Monitoramento de praia

Um programa de monitoramento de praia para coleta de carcaças de mamíferos, tartarugas e aves marinhas e costeiras foi iniciado em 1991 no litoral norte do Rio Grande do Sul pelo Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS). Os monitoramentos de praia utilizados como base de dados deste estudo ocorreram de outubro de 1991 a dezembro 2005, entre o município de Torres (29°19'59" S; 49°43'08"W) até a desembocadura da Lagoa do Peixe (31°21'32"S; 51°02'24"W), município de Tavares. A área total de estudo monitorada compreende 258,3km de praia, os quais foram divididos em seis unidades amostrais (sub-áreas) (Figura 2; Tabela 1).

O critério para divisão das sub-áreas foi definido por questões logísticas relacionadas ao acesso a rodovias. Desta maneira, as seis sub-áreas amostrais apresentaram tamanhos desiguais (Tabela 1). Para a cobertura total da área de estudo foi utilizado veículo automotor adequado para o tipo de monitoramento. O percurso era realizado usualmente em um período de dois a três dias com o número de observadores variando em relação ao tipo de

veículo. O esforço amostral não foi homogêneo ao longo dos 15 anos de estudo e nem entre as sub-áreas amostrais (Tabela 1 e 2). Os monitoramentos podiam ser interrompidos devido a fatores como: condições meteorológicas inadequadas, quantidade excessiva de material biológico coletado, ou problemas mecânicos com o veículo.

O material biológico coletado para cada espécime de toninha dependia, primariamente, do estado de decomposição da carcaça. Sempre que seu estado de decomposição permitia, eram tomados dados de comprimento total dos espécimes (medida em linha reta, da ponta do rostro até a inserção da nadadeira caudal; de acordo com Norris 1961) e realizada a sexagem (Inspeção visual da disposição das fendas genitais e anal, assim como pela análise das gônadas ainda em campo). Para evitar a recontagem de um mesmo indivíduo no monitoramento seguinte, bem como para a obtenção de material testemunho, o crânio de todas as toninhas encontradas era sempre coletado. O termo “encalhe” foi aplicado somente para toninhas encontradas mortas na praia.

Dados de localização (coordenadas geográficas) foram coletados com o auxílio de um aparelho GPS. No entanto, a falta deste equipamento em parte dos monitoramentos, principalmente nos primeiros anos de coleta, fez com que a localização de uma parcela das carcaças fosse tomada também a partir do registro da quilometragem do veículo. Posteriormente, em laboratório, com o auxílio do programa Google Earth™, foram tomadas as coordenadas geográficas com base nos dados de quilometragem do veículo, considerando o ponto de início de monitoramento e a ponto de coleta do espécime.

Durante os monitoramentos de praia, não foi adotado um critério para estabelecer se a *causa mortis* da toninha foi de fato o emalhe em redes de pesca. Através da avaliação dos animais capturados nos embarques em barcos de pesca e da observação direta de dezenas de capturas acidentais, foi constatado que há ocasiões em que o animal capturado apresenta marcas quase imperceptíveis. Por outro lado, marcas, cortes profundos e mesmo desmembramento de apêndices podem ser causados por pescadores em terra para utilização da carcaça na captura de poliquetas (isca), não tendo relação alguma com a captura acidental dos animais.

3.2.2. Monitoramento da pesca

Simultaneamente ao monitoramento de praia, foi iniciado um programa de monitoramento da pesca costeira de emalhe. O mesmo foi realizado mais intensamente em dois momentos durante o período de estudo: 1992–1997 e 2002–2004 e seus resultados, relatando (1) estimativa de mortalidade de toninhas e suas variações temporais e (2) variações sazonais das atividades pesqueiras, foram apresentados por Moreno et al. (1997), Ott (1998) e Danilewicz (2007).

A frota das duas comunidades de pesca do litoral norte do Rio Grande do Sul, Torres e Tramandaí-Imbé (29°58'S; 50°07'W) foram monitoradas. O monitoramento consistiu em: (1) visitas para seleção das embarcações colaboradoras com o projeto, (2) condução de entrevistas formais e informais com pescadores (mestres de embarcação e tripulantes), (3) observações direta a bordo das embarcações pelos pesquisadores e (4) distribuição de cadernos de bordo para o preenchimento pelos mestres das embarcações. É importante

salientar que a utilização dos cadernos de bordo como ferramenta para aquisição de dados foi utilizada apenas no período de 2002–2004. As informações coletadas a bordo pelos pesquisadores ou pelos mestres no caderno de bordo incluíam: a data da pesca; o local de pesca (nome e coordenadas geográficas); a profundidade; o tipo de rede (espécie-alvo de peixe, comprimento e altura da rede em metros); tempo de pesca (em horas) e o número de toninhas capturadas. Uma operação de pesca foi definida como a colocação e retirada de uma rede no mar. Em conjunto ao monitoramento, foi estabelecido um programa de colaboração em que os pescadores de algumas embarcações, coletavam as toninhas que eram capturadas acidentalmente durante suas atividades pesqueiras e as encaminhavam para o grupo de pesquisa. Dessa forma, os animais passavam por uma necropsia onde eram coletados dados referentes a comprimento total e sexo dos espécimes. Tais dados foram utilizados no presente estudo para análise comparativa de dados biológicos entre animais capturados e animais encalhados ao longo de todo período de estudo.

Para o presente estudo, foram estabelecidas seis sub-áreas amostrais marinhas (linha à 45°; Figura 2), correspondentes as seis sub-áreas amostrais costeiras, a fim de possibilitar análises espaciais comparativas. Para esta análise foram utilizados os dados coletados entre os anos de 2002–2004, período em que os pescadores anotavam a posição geográfica das capturas acidentais.

3.2.3 *Dados ambientais*

A partir do entendimento de que a deriva dos corpos na superfície da água na zona costeira é influenciada diretamente pelo transporte de Ekman, e este pelo regime de ventos, foram compilados dados referentes ao vento no litoral norte do Rio Grande do Sul. A base de dados do Departamento Estadual de Portos, Rios, Estuários e Canais (DEPREC) situada em Imbé, foi consultada. Foram coletados dados de direção (em graus, e.g., 0° = Norte; 180° = Sul) e intensidade (em km/h) do vento nos dez dias prévios de cada monitoramento de praia em três horários distintos a cada dia (9hs, 15hs e 21hs) entre o período de 1991 e 2005.

3.3 Análise dos dados

3.3.1 *Caracterização biológica das toninhas*

A fim de verificar a influência da pesca na proporção sexual e estrutura de tamanho de toninhas no litoral norte do Rio Grande do Sul, foram acessados e comparados os dados biológicos provenientes dos monitoramentos de praia e das capturas acidentais. A razão sexual (número total de machos dividido pelo número total de fêmeas) e as frequências de tamanho corpóreo de ambas as amostras foram identificadas ao longo do período de estudo. O teste G e Análise de Variância ANOVA: um fator, foram utilizados para verificar possíveis variações na razão sexual e tamanho corpóreo ao longo dos 15 anos, respectivamente. Com o intuito de verificar se os animais encalhados apresentam o mesmo padrão de tamanho de animais capturados, comparações foram feitas através do teste de Mann-Whitney.

3.3.2 Padrões temporais e espaciais

Com o objetivo de: (1) identificar tendências de encalhe ao longo do período de estudo e (2) verificar se os padrões temporais e espaciais dos eventos de encalhes e das atividades pesqueiras estão correlacionados, foram descritas a sazonalidade de ocorrência de carcaças ao longo da costa e o padrão sazonal das atividades pesqueiras e capturas acidentais (distância da costa / profundidade) das embarcações nas comunidades de Torres e Tramandaí-Imbé.

Para as análises de encalhe, foi calculada uma taxa chamada Encalhe Por Unidade de Esforço de monitoramento de praia (EPUE), a fim de ponderar o esforço heterogêneo entre os anos e entre as sub-áreas amostradas. O EPUE foi calculado como a razão entre o número de toninhas encalhadas pelos quilômetros de praia percorridos. O mesmo foi estratificado por sub-área, mês, estação (Verão: dezembro, janeiro e fevereiro; Outono: março, abril, maio; Inverno: junho, julho, agosto; Primavera: setembro, outubro, novembro); anos (1991 a 2005); picos de encalhe (meses com os maiores registros de encalhe) e anos considerados bem amostrados (esforço amostral anual superior a 1.000 km percorridos). Os valores de EPUE foram analisados pelo teste Kruskal Wallis, e posteriormente complementados com o teste de Dunn, exceto para a comparação de EPUE por anos, onde foi utilizada a análise de variância ANOVA: um fator, seguida pelo teste Tukey.

Para as análises de pesca e capturas acidentais, foram acessados os dados de estimativa de mortalidade e variações sazonais das atividades pesqueiras das frotas de Torres e Tramandaí apresentados por Ott (1998) e Danilewicz (2007).

Foram utilizadas coordenadas geográficas das embarcações para a confecção de mapas referentes à distribuição e sazonalidade das operações de pesca e capturas acidentais através do programa ArcGIS 9.3.

As coordenadas geográficas de cada evento de pesca e capturas acidentais também foram utilizadas para calcular a distância da costa mais próxima, através da ferramenta *Near* (ArcGIS 9.3). Dados de profundidade foram obtidos através dos registros provenientes dos cadernos de bordo das embarcações.

Para verificar a existência de diferenças nos padrões temporais das variáveis; distância da costa e profundidade dos eventos de pesca entre as estações do ano foi utilizada a análise de variância ANOVA: um fator, complementada pelo teste *Tukey*. A sazonalidade intra-anual das capturas foi verificada pela frequência de mortalidade de toninhas entre os meses, com base nos dados de animais capturados por pescadores ao longo dos 15 anos.

O teste Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os eventos de captura (2002–2004) de toninhas entre as sub-áreas marinhas. Para essa análise, foi utilizado a Captura por Unidade de Esforço (CPUE), calculada através do número de capturas acidentais observadas pelo número total de eventos de pesca por sub-área marinha.

A fim de identificar uma tendência no esforço da pesca na região, valores médios anuais do esforço pesqueiro de corvina (*Micropogonias furnieri*), brota (*Urophycis brasiliensis*) e pescada (*Cynocion striatus*) entre 1994–1997 e 2002–2004 (comprimento médio de rede) foram comparados.

3.3.3 Comparação entre encalhes e atividades pesqueiras

Com intuito de verificar uma tendência nas taxas de encalhe, assim como identificar uma relação entre essas taxas e o comportamento da pesca ao longo dos anos, os EPUEs anuais foram comparados com a variação do esforço pesqueiro ao longo do período de estudo. Para isso, foram utilizados dados referentes ao comprimento de rede de corvina e brota/pescada entre 1994–1997 e 2002–2004, e seus valores médios anuais foram comparados aos EPUEs anuais.

A relação espacial das capturas acidentais e dos encalhes entre as sub-áreas marinhas e costeiras, foi realizada pela Correlação Linear de Pearson. Para isso foram utilizados os dados de captura por unidade de esforço (CPUE) e encalhe por unidade de esforço (EPUE).

A caracterização da distribuição e densidade de carcaças de toninhas, bem como das atividades pesqueiras das frotas de Tramandaí e Torres, foram realizadas através da confecção de mapas, pelo estimador de densidade Kernel (extensão Hawth's Tools, ArcGis 9.3).

3.3.4 Dados de vento e transporte de Ekman

Com o objetivo de avaliar a influência do vento e do transporte de Ekman nos padrões espaciais de encalhes, os dados de intensidade e direção dos ventos foram analisados com base na frequência de ocorrência em registros sazonais, representada pelos seguintes trimestres; dezembro, janeiro, fevereiro (verão); março; abril; maio (outono); junho, julho, agosto (inverno); setembro, outubro, novembro (primavera). Para as análises, a intensidade foi dividida em cinco classes (5 em 5km/h) e a direção em oito classes, referentes

aos pontos cardeais (N, S, E, W) e colaterais (NE, SE, SW, NW). A partir da utilização do programa Microsoft Excel® foram elaborados gráficos representando a frequência de intensidade e direção do vento ao longo do período de estudo.

A fim de estimar a direção predominante em que uma carcaça de toninha seria transportada, a velocidade e direção do transporte de Ekman foram calculados e posteriormente transformados em vetores. No Hemisfério Sul, a Força de Coriolis direciona a corrente superficial a 45° à esquerda da direção do vento. Essa direção é válida para os primeiros 10m de coluna de água. Abaixo desta profundidade, a inclinação do transporte aumenta progressivamente.

Desta maneira, a direção (em graus) que um corpo é levado (C) pela corrente superficial resultante do transporte de Ekman foi estimada da seguinte maneira:

$$C = Vdir - Fcor$$

onde $Vdir$ é a direção do vento em graus e $Fcor$ é a Força de Coriolis (constante em 45°). Uma vez que o resultado da equação aponta para a origem do carcaça, o valor de (+180°) foi adicionado ao final da equação para indicar a direção que a carcaça estaria sendo direcionada.

Após estimar o valor de C , o valor resultante foi transformado em radianos e seu seno calculado a fim do valor de direção da carcaça assumir um formato de vetor, da seguinte maneira:

$$Vec = sen(radC) \times Vint$$

onde $\text{rad}C$ é o valor radiano de C e V_{int} a intensidade do vento em km/h.

Um vento norte (0°), por exemplo, resulta em uma corrente superficial direcionada à 135° (Tabela 3). O valor do vetor *inshore-offshore* irá depender, fundamentalmente, da intensidade do vento. Quanto maior a velocidade do vento, maior o valor do vetor. No entanto, o sinal negativo-positivo (*inshore-offshore*) dependerá da direção de C . Vetores positivos resultam em uma corrente superficial em direção ao alto mar. Por sua vez, valores negativos resultam em uma corrente superficial em direção à costa. Os valores de Vec a uma V_{int} constante em 1km/h variam de -1 (Vec perpendicular 90° *inshore*) a 1 (Vec perpendicular 90° *offshore*) (Figura 3).

Os resultados de direcionamento da carcaça (graus) e os valores dos vetores (*inshore* e *offshore*) foram analisados a partir da frequência de ocorrência entre as estações do ano.

3.3.5 Estimativa de mortalidade

A fim de estimar uma mortalidade mínima de toninhas com base nos registros de encalhes coletados entre os anos de 1991 e 2005, foi empregado um índice de correção baseado na trabalho de Prado et al. (2013). Neste estudo, os autores realizaram a marcação e liberação ao mar de 145 carcaças de toninhas, capturadas acidentalmente no sul do Rio Grande do Sul. Paralelamente a marcação das toninhas, os autores realizaram monitoramentos de praia ao longo da costa e recapturaram 11 carcaças, correspondendo a 7.58% do total de carcaças de toninhas liberadas ao mar. Dito de outra forma, o número de animais capturados é 13,18 vezes maior do que o encontrado nas praias. Desta maneira, este fator de correção foi utilizado

para estimar a mortalidade mínima no litoral norte do Rio Grande do Sul a partir dos animais encontrados encalhados. Com o intuito de otimizar a estimativa, os registros de encalhe relatados por Pinedo & Polacheck (1999) (ver 3.3.6 *Fontes de erros*) foram acrescentados na estimativa mínima de mortalidade.

3.3.7 Programas estatísticos

Para a realização das análises estatísticas e confecção de mapas, foram utilizados os programas PAST 2.13, BioEstat 5.0, Plataforma R 2.14.0 e ArcGis 9.3.

4. Resultados

Durante o período do estudo, foi percorrido um total de 19.194,2 km em 171 dias de saídas a campo (Tabela 1). Foram registrados 452 eventos de encalhe de toninhas, dos quais foram obtidos dados de identificação do sexo ($n = 177$), comprimento total do corpo ($n = 339$) e localização geográfica ($n = 404$).

4.1 Caracterização biológica

A razão sexual de encalhes foi levemente direcionada para machos (1.47 machos/fêmea; $n = 178$) ao longo dos 15 anos (Figura 4). As amostras desse período foram significativamente homogêneas ($G = 6.46$, $gl = 1$, $p = 0.01$), não variando ao longo do período de estudo.

Quanto ao comprimento total das carcaças encalhadas ($n = 309$), foram registrados tamanhos entre 70-170 cm para fêmeas e 70-150 cm para machos (Figura 5). Foi observado um número elevado de registros entre 121-160 cm para fêmeas e 111-140 cm para machos (72.3 e 75.5% respectivamente). O

comprimento total dos animais encalhados não apresentou diferença significativa entre os anos ($F = 0.76$, $gl = 14$, $p = 0.70$; Figura 6).

Em relação aos animais capturados acidentalmente, foram tomados dados de comprimento corpóreo de 95 e identificação sexual de 99 animais capturados ao longo dos 15 anos. A razão entre machos e fêmeas capturados foi homogênea, não diferindo não diferindo significativamente de 1:1 entre os anos ($G = 4.43$, $gl = 1$, $p = 0.03$) apesar da proporção ter sido superior para machos (1.25 macho/fêmea; Figura 7).

Quanto ao comprimento dos indivíduos capturados, foram registrados tamanhos entre 80-160 cm para fêmeas e 80-140 cm para machos (Figura 8). Não foi observada uma variação significativa no comprimento dos animais entre os 15 anos ($F = 1.76$, $gl = 7$, $p = 0.10$; Figura 9).

Ao comparar os dados referentes ao comprimento total de animais encalhados e capturados, foi observada uma diferença significativa entre os tamanhos ($U = 11499$, $p = 0.0002$; Figura 10), com uma média de 127,0 cm para animais encalhados e 120 cm para animais capturados (Figura 11).

4.2 Caracterização temporal e espacial de encalhes

Os eventos de encalhe não foram homogêneos espacialmente e diferiram significativamente entre as sub-áreas amostradas ($H = 41$, $gl = 5$, $p < 0.0001$; Figura 12). As sub-áreas quatro, cinco e seis apresentaram os maiores valores de EPUE, sendo que as mesmas diferiram significativamente da área 1, e as áreas 4 e 5 diferiram da área 2 ($p < 0.05$ teste Duun; Figura 13).

Durante todo o período amostral, não foi verificada uma tendência nas taxas de EPUE ao longo dos anos (Tabela 4), sendo que a análise de variância

ANOVA: um fator apresentou valores não significativos ($F = 0.82$, $gl = 14$ $p = 0.63$; Figura 14). Mesmo quando considerados apenas o período com as maiores taxas de EPUE por ano (outubro a janeiro), os resultados não apontaram diferença significativa ao longo dos 15 anos ($H = 12.4$, $gl = 14$, $p = 0.56$; Figura 15). O mesmo ocorreu quando foram considerados apenas anos bem amostrados ($F = 0.95$, $gl = 1$ $p = 0.33$; Figura 16).

No entanto, uma clara e constante variação intra-anual foi verificada ($H = 55.6$, $gl = 11$, $p < 0.0001$), sendo que os meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro apresentaram as maiores taxas de EPUE (Figura 17). Quando os valores de EPUE foram estratificados por estações do ano, foi possível verificar uma diferença marcante entre as mesmas ($H = 19.9$, $gl = 3$, $p < 0.001$; Figura 18). As maiores taxas de EPUE foram registradas para o verão e a primavera, as quais diferiram significativamente das taxas observadas para outono e inverno ($p < 0.05$, teste Duun; Figura 19).

4.3 Caracterização temporal e espacial da pesca e capturas acidentais

Durante os anos de 2002 a 2004 foram monitorados um total de 823 operações de pesca entre as comunidades pesqueiras de Tramandaí e Torres, onde 99 toninhas mortas foram registradas em 74 eventos de captura em redes de emalhe.

As análises de distância das embarcações em relação à costa ($n = 469$) mostraram que a maioria (86% dos registros) atuou em uma distância de até 30 km da costa, e que de modo geral, as atividades pesqueiras se concentraram no máximo a 50 km (98% dos registros; Figura 20). Houve uma diferença significativa dos valores médios de distância da costa entre as estações do ano

($F = 17.3$, $gl = 3$, $p < 0.0001$), sendo o verão o mês que apresentou os menores valores ($\bar{x} = 10.2 \pm 10.8$ km), diferindo significativamente das demais estações ($p < 0.05$, teste Tukey; Figura 21), outono ($\bar{x} = 18.5 \pm 11.2$ km), primavera ($\bar{x} = 19.9 \pm 14.4$ km) exceto o inverno ($\bar{x} = 13.4 \pm 11.9$ km).

Já em relação à profundidade de atuação das embarcações ($n = 584$), foi verificado que a maioria das atividades pesqueiras ocorreu em até 50 metros (99% dos registros; Figura 22), e que a mesma variou significativamente em relação às estações do ano ($F = 16.05$, $gl = 3$, $p < 0.0001$). O verão ($\bar{x} = 20.6 \pm 8.58$ m) foi novamente a estação que obteve o maior número de registros em águas mais rasas, diferindo das demais estações; outono ($\bar{x} = 25.9 \pm 9.44$ m) inverno, ($\bar{x} = 26.3 \pm 8.96$ m) e primavera ($\bar{x} = 27.3 \pm 9.49$ m), ($p < 0.0001$, teste Tukey; Figura 23).

Foi observada uma diferença significativa das capturas acidentais ($n = 79$) em relação às sub-áreas amostrais marinhas ($H = 16.78$, $gl = 5$, $p = 0.004$), com as áreas um, dois e três apresentando as maiores taxas (Figura 24).

Uma sazonalidade das capturas acidentais em relação às estações foi observada entre os anos ($n = 106$), com o inverno representando a estação com a maior percentual de mortalidade (34%) seguido pelo verão (26%), primavera (25%) e outono (14%) (Figura 25).

As distâncias das capturas em relação à linha da costa ocorreram predominantemente a 30 km (94% dos registros; Figura 26) e não apresentaram diferença significativa em relação às estações ($H = 3.55$, $gl = 3$, $p = 0.31$), apesar de a primavera ter apresentado distâncias maiores ($\bar{x} = 20.9 \pm 22.7$ km) em relação ao verão, ($\bar{x} = 11.3 \pm 10.3$ km); outono ($\bar{x} = 11.8 \pm 9.4$ km); inverno ($\bar{x} = 12 \pm 8.8$ km).

Foi possível verificar um aumento do esforço pesqueiro ao longo dos 15 anos de monitoramento. A pesca da corvina no segundo período (2002 - 2004) sofreu um aumento médio de três vezes em relação ao primeiro (1994 – 1997) enquanto que a pesca da brota/pescada obteve um aumento médio de seis vezes do primeiro para o segundo período (Figura 27)

4.4 Comparação temporal e espacial entre encalhes e atividade pesqueira

Apesar de não significativo (r Pearson = - 0.43, p = 0.38) a ocorrência de encalhes de toninhas apresentou uma relação espacial negativa quando comparado com os registros de captura acidental (Figura 28). Essa relação é reforçada pelos resultados apresentados na análise do estimador de densidade Kernel, onde as áreas de maior atuação pesqueira concentraram-se ao norte da área de estudo, enquanto que a densidade dos encalhes foi evidentemente maior na região sul da área amostral (Figura 29 e 30).

As linhas de tendência evidenciada na relação entre EPUEs anuais e esforço pesqueiro, demonstram que as taxas de encalhe não acompanharam o crescimento médio do esforço da pesca de corvina e brota/pescada ao longo dos anos, uma vez que as taxas médias dos encalhes se mantiveram constantes enquanto que a tendência do esforço pesqueiro foi ascendente (Figura 31).

4.5 Vento e transporte de Ekman

Durante o período de estudo foram obtidas 4.487 medidas de direção e intensidade do vento. O vento NE representou 43% do total de registros, e prevaleceu em todas as estações: 43.9% no verão; 36.1% no outono; 48.0% no

inverno e 44.5% na primavera. Durante o verão e a primavera foi observado um aumento na frequência dos ventos SE em relação às demais estações. No outono e inverno, foi observado um aumento na frequência dos ventos SW, W e NW os quais juntos corresponderam a 41.7% (outono) e 34.1% (inverno) (Figura 32; Tabela 5).

Quanto à intensidade do vento, foi observado que as classes de intensidade mais baixas (0 a 5 km/h e 5.1 a 10 km/h) foram mais frequentes no outono e inverno, 50.4% e 44% respectivamente. Já as classes com intensidades mais altas (16.1 a 20 km/h e >20.1 km/h), ocorreram com maior frequência durante as estações de verão e primavera 24.2 e 37% respectivamente (Figura 33).

Os resultados referentes ao transporte de Ekman mostraram um direcionamento de carcaças predominantemente ao sul durante todo o período de estudo (Figura 34). O verão e a primavera foram as estações que apresentaram as maiores frequências de carcaças direcionadas para a costa (*inshore*), com valores de 34,2 e 28.2% respectivamente. Por outro lado, as maiores frequências de direcionamento *offshore* foram observadas no outono (33.7%) e inverno (22.7%). As direções em graus da direção de carcaças (*inshore* e *offshore*) estão apresentadas na tabela 6.

Em relação aos vetores, foram observados valores negativos mais altos (*inshore*) para as estações da primavera e verão, enquanto que o outono e o inverno apresentaram os maiores valores positivos (*offshore*; Figura 35).

4.6 Estimativa de mortalidade

A estimativa de mortalidade mínima de toninhas no litoral norte do Rio Grande do Sul foi de 6.847 indivíduos ao longo dos 15 anos de estudo (Tabela 7). A mortalidade mínima anual foi calculada apenas com base nos registros de encalhe do presente estudo, considerando os anos que foram bem amostrados, (mínimo de 1.000 km de monitoramento de praia), resultando num total de 497 indivíduos (Tabela 8).

5. Discussão

O monitoramento de populações é cada vez mais necessário no contexto da conservação biológica (Asseburg et al. 2006). A costa do Rio Grande do Sul vem sendo monitorada desde 1980, gerando informações relevantes a respeito de encalhes de espécies de cetáceos. Entretanto, até o momento, estudos a respeito dos padrões espaciais e sazonais de encalhe de toninhas foram conduzidos principalmente na porção sul do estado (e.g., Ferreira et al. 2010, Prado et al. 2013).

Paralelamente ao monitoramento de praia, as frotas pesqueiras do Rio Grande do Sul também começaram a ser monitoradas, e o levantamento de dados a respeito das atividades pesqueiras (esforço pesqueiro, sazonalidade das operações, espécies alvo e capturas acidentais de toninhas) nas comunidades de Torres, Tramandaí e Rio Grande, trouxeram contribuições significativas para o entendimento da interação da espécie com a pesca, além de possibilitar estimar a mortalidade da população do estoque FMA III tanto no litoral norte como no litoral sul (Secchi et al. 1997, Ott 1998, Danilewicz 2007).

Uma vez que as frotas pesqueiras do Rio Grande do Sul apresentam variações sazonais em relação as suas atividades pesqueiras (e.g., Ferreira et al. 2010, Moreno et al. 2009) e que estas variações podem influenciar a tendências de mortalidade de toninhas, o presente estudo traz valiosas informações ao identificar a influência da sazonalidade da pesca nos padrões temporais e espaciais de encalhes na região de estudo, além de apresentar, de forma inédita entre estudos com cetáceos, o transporte de Ekman como uma variável influente no encalhe de toninhas.

5.1 A influência das capturas acidentais sobre os padrões biológicos

Assim como nos demais cetáceos, estudos relacionados à reprodução de toninhas demonstram uma razão sexual ao nascimento de um macho para uma fêmea (Brownell 1984, Danillewicz 2003). Embora tenha sido verificado que ambos os sexos são vulneráveis as redes de pesca, a proporção sexual nas capturas pode variar conforme a região (Secchi et al. 2003). Com base nas análises de dados de captura acidental no litoral sul do Rio Grande do Sul, Secchi et al. (1997), encontraram uma razão sexual de 1:1 machos para cada fêmea (n= 107), enquanto que Ott (1998) no litoral norte, verificou um desvio para machos, 2.27 machos/fêmea (n= 36). Mais tarde, Danilewicz et al. (2009) ao analisar uma base de dados maior de capturas, verificaram uma proporção sexual de capturas de 1.19 macho/fêmea (n= 195) no litoral sul e 1.92 macho/fêmea (n= 56) no litoral norte.

De acordo com Ott (1998), as variações na proporção sexual de toninhas podem estar associadas a diversos fatores, entre eles questões metodológicas, como tamanho da amostra (número de espécimes coletados) e

esforço amostral entre diferentes épocas do ano. Complementando esta hipótese, sugere-se que outro fator influente, está relacionado ao tamanho da área amostral, ou seja, a razão sexual direcionada aos machos tende progressivamente a cair à medida que a área amostral aumenta. Dessa forma, a variação entre os sexos poderia estar associada a uma distribuição natural da espécie, onde uma possível segregação sexual em pequena escala, sugerida por Danilewicz et al. (2009), poderia ser responsável por um sexo estar mais em contato com as redes do que outro.

Em relação à proporção sexual direcionada para machos na amostra de encalhes, pode-se creditar à um reflexo de uma influência metodológica, uma vez que uma maior dificuldade de identificação sexual de carcaças fêmeas em estado avançado de decomposição foi verificada. Em muitas ocasiões, mesmo apresentando um estado avançado de putrefação, a carcaça de uma toninha podia ser sexada como macho devido à eversão do pênis *post-mortem*. Essa hipótese é fortalecida ao comparar a maior proporção de machos nos primeiros anos amostrados. Nos últimos anos a identificação sexual passou a ser realizada com mais eficiência devido à inspeção interna das gônadas e não apenas a visualização da disposição das fendas genital e anal, o que possivelmente explique um maior equilíbrio na proporção sexual nesse período.

Contudo, ambas as amostras (encalhe e capturas) demonstram uma mesma tendência na proporção sexual. Não houve diferença significativa em ambas as amostras, mostrando um direcionamento leve para machos.

Diversos estudos conduzidos em comunidades pesqueiras do Brasil, Uruguai e Argentina (e.g., Kasuya & Brownell 1979, Crespo et al. 1986, Perez-Macri & Crespo 1989, Corcuera et al. 1994, Ott et al. 2000, Di Benedetto &

Ramos 2001) relatam que toninhas juvenis e imaturas são mais suscetíveis à captura accidental, com uma alta proporção de captura dos indivíduos com menos de três anos de idade (Secchi et al. 2003). Embora o presente estudo não tenha estimado a idade dos espécimes, a maioria das capturas foi representada por animais possivelmente imaturos de acordo com o comprimento do corpo.

Diversas hipóteses têm sido sugeridas para este padrão. Uma delas pode estar associada ao fato desses animais ainda não apresentarem capacidade para identificar uma rede, uma vez que não possuem o sistema de orientação completamente desenvolvido (Dawson, 1991), além de possuírem a curiosidade natural de um mamífero juvenil. Em relação aos encalhes, a maioria dos animais com tamanho corpóreo determinado foram representados possivelmente por animais fisicamente ou sexualmente maduros. A diferença significativa encontrada entre o tamanho de indivíduos nas duas amostras (encalhe e capturas) demonstra que as toninhas encalhadas apresentaram em média um tamanho corpóreo maior em relação às capturadas. Além disso, carcaças com menos de 80 centímetros (filhotes nos primeiros meses de vida) foram encontradas apenas nos registros de encalhes. Uma plausível explicação para tal diferença está relacionada ao fato de que dentro da amostra de encalhes estão inseridos não apenas os indivíduos que morreram capturados em redes de pesca, mas também aqueles que morreram por causas naturais. Uma vez que a maior parte das redes de espera na região de estudo são fixadas no fundo e que filhotes não executam mergulhos profundos por se alimentarem exclusivamente de leite nos primeiros meses de vida (Brownell 1984), uma segunda hipótese para o registro de filhotes apenas nas

amostras de encalhe, pode estar associada ao fato dos mesmos perderem suas mães capturadas nas redes de espera e posteriormente aparecem na praia, encalhados vivos e subnutridos.

Os resultados verificados pelas análises de tamanho corpóreo demonstram que as médias de tamanho não sofreram grandes variações ao longo dos anos, em ambas as amostras (captura e encalhe). Assim, parece claro que as capturas acidentais de toninhas não estão afetando o comprimento médio e máximo da população. Ao contrário da caça comercial aos grandes mysticetos, por exemplo, que afetou diretamente a estrutura de tamanho das populações exploradas, por ser direcionada a animais maiores (Estes et al. 2006), o tamanho de uma toninha não parece influenciar sua probabilidade de captura.

5.2 Padrões temporais e espaciais de encalhes

Embora o esforço amostral ao longo dos anos e das unidades amostrais não ter sido homogêneo, os monitoramentos ocorreram de forma contínua e possibilitaram verificar um padrão temporal e espacial nos registros de encalhe.

Foi possível verificar uma distribuição heterogênea das ocorrências de carcaças de toninhas ao longo da área de estudo, ocorrendo uma concentração significativamente maior na porção sul. Este padrão na distribuição dos encalhes coincide com os resultados apresentados por Duarte (2011) em um estudo sobre ocorrências de carcaças de lobos-marinhos (*Arctocephalus australis*) e leões-marinhos (*Otaria flavescens*) na mesma área de estudo, onde das 113 carcaças registradas, 87% ocorreram ao sul, entre os municípios de Tavares e Palmares do Sul.

As maiores taxas de EPUE foram registradas entre Quintão e a Lagoa do Peixe, áreas mais desertas e desabitadas em relação à área norte, onde há municípios litorâneos mais populosos. Duarte (2011) sugere que as menores taxas de encontro na porção norte, podem estar relacionadas a fatores ambientais (direção e intensidade do vento), assim como pela influência de áreas com maior ocupação humana, onde a população local poderia ser responsável pela remoção das carcaças, a fim de evitar problemas de saúde pública. Embora o presente estudo tenha observado baixas taxas de encalhe em áreas mais habitáveis do litoral norte, acredita-se que a maior ocupação humana não seja o principal fator que determine o padrão de distribuição de carcaças, uma vez que os monitoramentos ocorreram de maneira sistemática durante os 15 anos e os resultados apresentaram um mesmo padrão ao longo de todo o período de estudo, mesmo entre meados de março e final de novembro, quando o turismo decai substancialmente nessas áreas e o cuidado com a remoção de carcaças também. Adiciona-se a este argumento o fato que o litoral norte do Rio Grande do Sul possui há mais de trinta anos um centro de pesquisa e educação (CECLIMAR-UFRGS) localizado na área 2 com grande reconhecimento por parte de populares e órgãos públicos, sendo invariavelmente notificado em caso de registros de mamíferos, tartarugas e aves marinhas. Embora não seja possível descartar uma completa influência do descarte de carcaças por parte das prefeituras nas áreas 1 e 2, este não parece ser um fator explicativo para o padrão espacial de encalhe observado.

O padrão sazonal de encalhes apresentou uma sobreposição parcial aos resultados verificados em outros estudos conduzidos no litoral sul do Rio Grande do Sul. Pinedo & Polacheck (1999) e Ferreira et al. (2010) registraram

as maiores taxas de EPUE entre os meses de setembro e dezembro, e as menores, entre os meses de janeiro e agosto. Neste estudo foi observado que os encalhes começam a ocorrer com maior frequência um pouco mais tarde que no litoral sul, iniciando em outubro e seguindo alto até janeiro. O mesmo foi observado para o período com menor frequência de encalhes, iniciando no mês de fevereiro e seguindo baixo até setembro. Assim, como discutido anteriormente, essa diferença sazonal no padrão de encalhes observada entre o litoral norte e sul, pode ser reflexo de uma variação no comportamento da pesca entre as comunidades pesqueiras que atuam no litoral do Rio Grande do Sul.

O padrão sazonal de encalhes descrito, mostrou uma considerável consistência inter-anual. Não houve anos anômalos em que inverno e outono apresentaram taxas altas, nem anos em que a primavera e o verão não apresentassem picos de encalhes. Isto por si sugere que os fatores que influenciam os encalhes se mantiveram constantes durante os 15 anos de trabalho.

Em relação às taxas de EPUE anuais, os resultados encontrados não demonstram claramente uma tendência nos padrões de encalhe ao longo dos 15 anos de estudo, uma vez que as taxas não variaram significativamente e seus valores flutuaram entre os anos. Pinedo & Polacheck (1999), evidenciaram um decréscimo de aproximadamente 70% nas taxas de encalhe de toninhas entre 1979 e 1998. Neste estudo, os autores observaram altas taxas no final da década de 1970, seguido por um marcado declínio entre as décadas de 1980 e 1990, quando as mesmas se mantiveram baixas e relativamente estáveis. Dessa maneira, os autores sugerem que este cenário

pode estar associado a um declínio na abundância da população de toninhas da FMA III.

Os dados referentes ao esforço pesqueiro apresentados neste estudo demonstram um aumento acentuado das atividades pesqueiras ao longo dos anos. Foi observado que a pesca da corvina no segundo período (2002–2004) sofreu um aumento médio de três vezes em relação ao primeiro (1994–1997). O mesmo foi observado para a pesca da brota/pescada, a qual obteve um aumento médio de seis vezes. No entanto, as taxas de encalhe ao longo dos anos não acompanharam a tendência do esforço pesqueiro, assim como as duas estimativas de mortalidade anuais apresentadas por Ott (1998) e Danilewicz (2007) (~430 animais) mantendo o mesmo padrão, apesar das flutuações observadas.

5.3 Influência das capturas acidentais nos padrões de encalhes

As capturas acidentais têm influência direta nos padrões de encalhe de toninhas, uma vez que são responsáveis pela imensa maioria de carcaças disponíveis no mar para o evento de encalhe. No entanto, como já comentado, raros são os estudos comparativos a longo prazo que avaliam as variações das principais características das capturas com os padrões de encalhe.

O monitoramento da pesca no litoral norte do Rio Grande do Sul (Ott 1998, Moreno et al. 1997, Danilewicz 2007) têm mostrado que a maioria das atividades pesqueiras ocorre preferencialmente a uma distância máxima de 50 km da costa e uma profundidade menor que 50 metros. Entretanto, essas medidas apresentam variação ao longo do ano, de acordo com o tipo de espécie alvo. Segundo Moreno et al. (2009), as atividades pesqueiras das

frotas de Torres e Tramandaí (litoral norte) apresentam variações sazonais marcadas. No outono, a pesca entra em entressafra e as atividades reduzem a um terço em relação ao resto do ano. No inverno, a pesca recomeça em grande escala direcionada principalmente à captura de brota (*Urophycis brasiliensis*), enquanto que na primavera, a pesca começa a ser direcionada à corvina (*Micropogonias furnieri*) e as redes aumentam em comprimento. No verão, a maioria das embarcações passa a atuar em águas mais costeiras para a pesca da viola (*Rhinobatos sp.*), cações e papa-terra (*Menticirrhus spp.*), bem como o final da safra de corvina, enquanto que no restante do ano as médias de profundidades se mantêm constantes.

Ao avaliar duas variáveis das capturas, sazonalidade em profundidades/distância da costa e sazonalidade nos níveis de mortalidade, nota-se que estes fatores respondem apenas parcialmente a sazonalidade identificada nos encalhes. A primeira variável, profundidade-distância da costa, parece ser um dos fatores determinantes na chegada de carcaças à costa. As atividades pesqueiras em águas mais rasas e mais próximas da costa durante o verão, pode ser um dos fatores determinantes para altas taxas de encalhe observadas nesta estação. Essa hipótese é fortalecida por Prado et al. (2013) em um estudo de marcação e recaptura de carcaças de toninhas no litoral sul do Rio Grande do Sul. Neste estudo, os autores verificaram que todas as carcaças recapturadas durante os monitoramentos de praia foram marcadas e liberadas no mar a uma distância inferior a 30 km da costa, sendo que 72% representaram carcaças liberadas a menos de 15 km da costa,

Por outro lado, a sazonalidade na mortalidade acidental e consequente disponibilidade de carcaças produzem resultados de certa forma contrastantes.

A entressafra nas comunidades pesqueiras durante a estação do outono é responsável pelo baixo índice de capturas acidentais e consequentemente pelas baixas taxas de encalhe de toninhas observadas durante esta estação. Todavia, de forma conflitante, os estudos demonstram que o inverno, juntamente com o verão, são as estações que apresentam os maiores índices de captura acidental de toninhas em redes de pesca (e.g., Ott 1998, Danilewicz 2007). No entanto, as taxas de encalhe observadas para o inverno foram muito baixas, a segunda menor depois do outono, o que reforça a hipótese de que além da sazonalidade da pesca e das capturas, outros fatores podem estar influenciando a chegada das carcaças de toninha à praia.

5.4 A influência de fatores ambientais nos padrões de encalhes

Alguns estudos têm demonstrado que variáveis como vento, corrente, pressão atmosférica e flutuabilidade de carcaças são fatores determinantes no número de cetáceos que chegam a costa (Epperly et al. 1996, Evans et al. 2005, Flint & Fowler 1997, Leeney et al. 2008, McFee et al. 2006). Ferreira et al. (2010) em um estudo no litoral sul do Rio Grande do Sul, encontrou uma relação positiva entre taxas de encalhe e intensidade do vento, sugerindo que o vento pode ser uma variável importante no transporte de toninhas à costa.

Estudos relacionados a encalhes de animais marinhos têm demonstrado que fatores como direção e intensidade de ventos, correntes marinhas e ondas, são componentes importantes na ocorrência de encalhes (Crowder et al. 1995, Epperly et al. 1996, MacLeod et al. 2004, Norman et al. 2004, Maldini et al. 2005, Hart et al. 2006, Chaloupka et al. 2008). Os efeitos do vento têm sido observados como um aspecto importante do ambiente marinho (Lentz 2001,

Fiedler 2002) apresentando influência sob a circulação oceânica próximo à costa e podendo desencadear variações sazonais (Lentz 2001).

Alguns estudos conduzidos no litoral norte do Rio Grande do Sul mostram uma predominância de vento Nordeste (NE) em todas as estações do ano (Hasenack & Ferraro 1989, Calliari et al. 2005, Monteiro et al. 2011), corroborando com os resultados encontrados no presente estudo. Além da direção predominante, o padrão encontrado nas análises de intensidade do vento seguiram o mesmo registrado por Monteiro et al. (2011), com os ventos mais fortes, ocorrendo com maior frequência nas estações da primavera e verão, época em que mais carcaças foram observadas na costa.

O vento pode exercer influência na corrente superficial marinha, sendo que a mesma pode direcionar carcaças para a costa ou mar aberto através do transporte de Ekman. MacLeod et al. (2005) em estudos com encalhes de baleias-bicuda (família Ziphiidae), sugere que a variação sazonal nas taxas de encalhes podem estar associadas com a velocidade, força e direção das correntes, bem como pela mudança na intensidade e direção dos ventos.

Os resultados obtidos a partir das análises de transporte de Ekman e dos vetores (*inshore/offshore*) evidenciam uma forte associação com a distribuição e a sazonalidade nas ocorrências de carcaças de toninhas. A predominância da corrente superficial marinha à 180° demonstra um direcionamento de carcaças ao sul, corroborando com o padrão de distribuição de encalhe de toninhas verificado neste estudo, assim como no padrão de distribuição de carcaças de pinípedes observada por Duarte (2011).

Os resultados observados demonstram uma diferença evidente quanto à frequência das correntes *inshore* (direcionamento de carcaças para a costa)

entre as estações. A primavera e o verão apresentam as maiores frequências destes registros, além da alta incidência de vetores negativos (alta intensidade de transporte em direção a costa) o que pode explicar as altas taxas de encalhe nessas estações.

Por outro lado, o outono e o inverno foram as estações que apresentaram a maior frequência de correntes *offshore* (direcionamento de carcaças para alto mar) e baixa incidência de vetores negativos (menor intensidade de transporte), explicando o porquê dos encalhes no inverno apresentarem números tão baixos, uma vez que essa estação apresenta os maiores índices de mortalidade de toninhas no litoral norte (Ott 1998, Moreno et al., 1997, Danilewicz 2007). Em relação ao outono, a entressafra da pesca, atrelada as características ambientais verificadas, podem também estar relacionadas às baixas taxas de encalhe observadas para a estação.

5.5 Estimativa de mortalidade

Estimar o número de animais que é retirado de uma população, junto com o conhecimento de sua abundância é essencial para avaliar o *status* de conservação da mesma (IUCN, 2012). Como mencionado, a captura acidental em redes de pesca ameaça seriamente a viabilidade populacional de diversas espécies de cetáceos. Estimativas de mortalidade em redes de pesca são fundamentais para entender o impacto dessas capturas. No entanto, a obtenção de tal estatística em um nível confiável requer muitas vezes um trabalho de longo prazo, geralmente com observadores a bordo e inserção e aceitação nas comunidades pesqueiras. Por estas e outras dificuldades, atualmente as estimativas de mortalidade de cetáceos no Brasil são bastante

raras (Ott et al. 2002, Danilewicz 2007). Neste sentido, a validação de um método alternativo de estimativa de mortalidade pelas capturas acidentais seria extremamente valiosa para o monitoramento da mortalidade e suas tendências evitando a realização de estudos que dependem diretamente com os pescadores.

Este estudo demonstrou que muito provavelmente uma pequena, porém desconhecida parcela dos animais encalhados, morreram por causas naturais. Este fator poderia superestimar levemente a mortalidade por capturas se avaliada a partir de encalhes. No entanto, o viés em direção contrária é evidentemente muito mais forte, pela simples razão que vários fatores bióticos (e.g., consumo de carcaças por outros animais) (Whitehead & Reeves, 2005) e abióticos (e.g., deriva por correntes) atuam sobre uma carcaça desde que ela é liberada das redes pelos pescadores. Neste estudo, com o intuito de iniciar um entendimento da relação encalhe-capturas, foi aplicada uma correção simplificada a partir de Prado et al. (2013) conhecendo que 7.58% das toninhas capturadas e marcadas chegaram a praia. A mortalidade anual média retrocalculada (497 animais) dos anos em que houve ao menos 1.000km de monitoramento foi maior que a mortalidade estimada diretamente pelo monitoramento da pesca por Ott (1998) e Danilewicz (2007). Levando em conta que a estimativa total de mortalidade (6.847 animais) deve ser considerada mínima, devido à ausência de monitoramentos de praia em alguns meses onde certamente um número desconhecido de animais encalhados não foi contabilizado, uma figura ainda mais preocupante surge no já complicado cenário de conservação da toninha. É importante salientar que o índice de correção utilizado neste estudo não representa o método mais robusto para

gerar valores de estimativa de mortalidade de toninhas no litoral norte, uma vez que o modelo utilizado foi empregado para o cenário pesqueiro de Rio Grande, no litoral sul do estado. Assim, uma estimativa de mortalidade mais refinada deve ser baseada em modelos ajustados para a frota pesqueira de Torres e Tramandaí.

6. Conclusões

- O presente estudo não verificou uma influência das capturas acidentais na estrutura de tamanho e na proporção sexual de toninhas ao longo dos quinze anos.
- Os dados biométricos da amostra de encalhes apresentaram indivíduos com tamanho corpóreo significativamente maior em relação à amostra de toninhas capturadas, sugerindo a presença de animais que morreram por causas naturais.
- Os padrões espaciais verificados para os registros de encalhes e capturas demonstram que carcaças percorrem uma área considerável antes de encalhar.
- Uma sazonalidade intra-anual marcada foi identificada nos padrões temporais de encalhe. A primavera e o verão apresentaram taxas altas enquanto que o outono e o inverno apresentaram taxas baixas.
- As taxas de encalhe ao longo dos 15 anos não apresentaram tendências, apesar dos valores terem flutuado.
- A variação sazonal da atividade pesqueira e da mortalidades de toninhas explicam apenas parcialmente o padrão temporal de encalhes, uma vez

que o inverno representa a estação com os maiores índices de mortalidade, mas com poucos encalhes.

- A pesca em águas mais rasas e próximas da costa no verão pode explicar a maior taxa de encalhe observada para esse período, enquanto que no outono, as baixas taxas de encalhe podem estar associadas à entressafra da pesca. Assim, o conhecimento da dinâmica da pesca é fundamental para interpretar mortalidade de cetáceos a partir de encalhes.
- As variáveis ambientais (intensidade e direção do vento) explicam satisfatoriamente a não chegada de carcaças de toninhas na costa durante a estação de inverno (alta frequência *offshore*), assim como a alta frequência de carcaças observadas na primavera (alta frequência *inshore*).
- Uma estimativa de mortalidade a partir de um índice de correção verificou um mínimo de 6.847 indivíduos mortos no litoral norte entre 1991 e 2005, com uma média anual em torno de 500 toninhas.
- Este estudo ressalta a relevância ecológica de dados de encalhe, uma vez que os mesmos podem identificar tendências de mortalidade de populações, e que quando utilizados em conjunto de variáveis que os influenciam, podem servir como uma importante ferramenta na identificação de padrões reais de mortalidade.
- A fim de gerar uma estimativa mais robusta a partir de dados de encalhe, recomenda-se estudos relacionados à captura e recaptura de toninhas no litoral norte, com o objetivo de gerar modelos adequados às frotas pesqueiras de Torres e Tramandaí.

- Afim de otimizar os monitoramentos de praia no litoral norte do Rio Grande do sul, este estudo sugere que os mesmos sejam realizados entre as estações da primavera e verão, período onde a taxa de encalhe é considerada significativamente maior em relação as outras estações do ano.

7. Referências bibliográficas

Asseburg C, Harwood J, Matthiopoulos J, Smout S (2006) The functional response of generalist predators and its implications for the monitoring of marine ecosystems. In: Boyd, I., Wanless, S., Camphuysen, C.J. (Eds.), *Top Predators in Marine Ecosystems*. Cambridge University Press, New York, 262–274 pp

Berta A, Sumich JL, Kovacs K (2006) *Marine Mammals: Evolutionary Biology*. 2nd ed. Academic Press, New York, 547 pp

Brack P (2006) Vegetação e Paisagem do Litoral Norte do Rio Grande do Sul: patrimônio desconhecido e ameaçado. In: *Resumos do II Encontro Socioambiental do Litoral Norte do RS, 2006: ecossistemas e sustentabilidade*. Imbé: CECLIMAR – UFRGS

Brownell Jr. RL (1984) Review of reproduction in platanistid dolphins. *Rep Int Whal Commn, Cambridge* 6: 149–158

Bugoni L, Krause L, Petry MV (2001) Marine Debris and Human Impacts on Sea Turtles in Southern Brazil. *Marine Poll Bull* 42(12):1330-1334

Burger AL (1993) Estimating the mortality of seabirds following oil spills: Effects of spill volume. *Marine Poll Bull* 26(3): 140-143

Calliari LR, PS, De-Oliveira AO, Figueiredo, SA (2005) Variabilidade das dunas frontais no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gravel, Porto Alegre* 3:13-30

Castello JP, Haimovici M, Odebrecht C, Vooren C (1998) A plataforma e o talude continental. In: Seeliger U, Odebrecht C, Castello JP (eds.). *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*. Ecoscientia, Rio Grande

Chaloupka MA, Work TM, Balazs GH, Murakawa SKK, Morris RA (2008) Cause-specific temporal and spatial trends in green sea turtle strandings in the Hawaiian Archipelago (1982– 2003). *Mar Biol* 154: 887–898

- Compton R, Goodwin L, Handy R, Abbott V (2008) A critical examination of worldwide guidelines for minimising the disturbance to marine mammals during seismic surveys. *Mar Policy* 32(3):255–262
- Corcuera J, Monzón F, Crespo EA, Aguilar A, Raga JA (1994) Interactions between marine mammals and the coastal fisheries of Necochea and Claramecó. *Rep Int Whal Commn (special issue15)*:283–290
- Crespo EA, Harris G, González R (1998) Group size and distributional range of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*. *Mar Mamm Sci* 14:845–849
- Crespo EA, Perez Macri G, Praderi R (1986) Estado actual de la población de franciscana (*Pontoporia blainvillei*) en las costas uruguayas. In: Castello HP (eds) *Actas I Reun. Trab. Esp. Mamif. Acuát. America del Sur*, Buenos Aires
- Crowder LB, Hopkins-Murphy SR, Royle JA (1995) Effects of turtle excluder devices (TEDs) on loggerhead sea turtle stranding with implications for conservation. *Copeia* 4: 773–779
- Danilewicz D (2003) Reproduction on female franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *LAJAM* 2(2): 67–78
- Danilewicz D (2007) A Toninha, *Pontoporia blainvillei* (Mammalia: Cetacea), no litoral norte do Rio Grande do Sul: mortalidade acidental em redes de pesca, abundância populacional e perspectiva para a conservação da espécie. PhD dissertation, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil
- Danilewicz D, Secchi ER, Ott PH, Moreno IB, Bassoi M, Borges-Martins AM (2009) Habitat use patterns of franciscana dolphins (*Pontoporia blainvillei*) of southern Brazil in relation to water depth. *J Mar Biol Assoc UK* 89(5): 943-949
- Dawson SM (1991) Incidental catch of Hector's dolphin in inshore gillnets. *Mar Mamm Sci* 7(3): 283–295
- Defant A (1961) *Physical Oceanography*. Pergamon Press, New York
- Di-Beneditto APM, RAMOS RMA (2001) Biology and conservation of the franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the north of Rio de Janeiro State, Brazil. *J Cetacean Res Manag* 3: 185–192
- Duarte A (2011) Análise das ocorrências de carcaças (*Otaria flavescens* e *Arctocephalus australis*) no litoral norte do Rio Grande do Sul: uma visão espacial. Graduate dissertation, Universidade do Vale Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS
- Ekman VW (1905) On the influence of the Earth's rotation on ocean currents. *Arch Math Astron Phys* 2: 1–52
- Epperly S, Braun J, Chester A, Cross F, Merriner J, Tester P, Churchill JH (1996) Beach strandings as an indicator of at-sea mortality of sea turtles. *Bull Mar Sci* 59(2):289–297

Evans K, Thresher R, Warneke RM, Bradshaw CJA, Pook M, Thiele D, Hindell M. (2005) Periodic variability in cetacean strandings—links to large-scale climate events. *Biol Lett* 1:147–150

Estes J, Demaster D, Doak D, Williams T, Brownell Jr. R (2006) *Whales, Whaling, and Ocean Ecosystems*. Berkeley and Los Angeles, California; London, England: University of California Press

Ferreira EC, Muelbert MMC, Secchi ER (2010) Distribuição espaço-temporal das capturas acidentais de toninhas (*Pontoporia blainvillei*) em redes de emalhe e dos encalhes ao longo da costa sul do Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica* 32(2): 183-197

Fiedler PC (2002) Ocean environment. In: Perrin WE, Würsig B, Thewissen JGM (eds). *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, San Diego, CA

Flint PL, Fowler AC (1997) Drift experiments to assess the influence of wind on recovered of oiled seabirds on St Paul Island, Alaska. *Mar Poll Bull* 36(2):165-166

Fruet PF, Kinas PG, da Silva KG, Di Tullio JC, Monteiro DS, Dalla-Rosa L, Estima SC, Secchi ER (2012) Temporal trends in mortality and effects of by-catch on common bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in southern Brazil. *J Mar Biol Assoc UK* 92(8):1865-1876

Geraci JR, Lounsbury VJ (2005) *Marine Mammals Ashore: A Field Guide for Strandings* Second Edition. National Aquarium in Baltimore.

Gerpe M, Rodríguez D, Moreno V, Bastida R, de Moreno JE (2002) Accumulation of heavy metals in the franciscanas (*Pontoporia blainvillei*) from Buenos Aires Province, Argentina. *LAJAM* 1:95-108

Hart KM, Mooreside P, Crowder LR (2006) Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: Going with the flow. **Biological Conservation** 29: 283–290

Hasenack H, Ferraro LW (1989) Considerações sobre o clima da região de Tramandaí, RS. *Pesquisas* 22: 494–503

ICMBio, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2010) Plano de ação nacional para a conservação do pequeno cetáceo Toninha: *Pontoporia blainvillei*. Organizadores: Rocha-Campos, C. C., Danilewicz, D. & Siciliano, S. Brasília

IUCN 2012. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2*. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 23 May 2013

Kasuya T, Brownell RL (1979) Age determination, reproduction and growth of the franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei*. *Sci Rep Whales Res Inst* 31: 45–67,

- Kinas PG (2002) The Impact of Incidental Kills by Gill Nets on the Franciscana Dolphin (*Pontoporia blainvillei*) in Southern Brazil. *Bull Mar Sci* 70(2):409-42
- Kinas PG, Secchi ER, Ramos R, Danilewicz D, Crespo EA (2002) Reporto f the working group on vital parameters and demography. *LAJAM* 1(1):43-46
- Klinowska M (1986) Cetacean live stranding dates relate to geomagnetic disturbances. *Aquatic Mammals* 1(3):109-119
- Laist DW, Knowlton AR, Mead JG, Collet as, Podesta M (2001) Collisions between ships and whales. *Mar Mam Sci* 17(1):35–75
- Leeney RH, Amies R, Broderick AC, Witt MJ, Loveridge J, Doyle J, Godley BJ (2008) Spatial–temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK fisheries hotspot. *Biodiversity Conserv* 17(10):2323–2338
- Lentz SJ (2001) The influence of stratification on the wind-driven cross-shelf circulation over the North Carolina shelf. *J Phy Ocea* 3(1): 2749-2760
- MacLeod CD, Pierce GJ, Santos MB (2005) Geographic and temporal variations in strandings of beaked whales (Ziphiidae) on the coasts of the UK and the Republic of Ireland from 1800-2002. *J Cetacean Res Manag* 6(1):1–8
- Macleod CD, Pierce GJ, Santos MB (2004) Geographic and temporal variations in strandings of beaked whales (Ziphiidae) on the coasts of the UK and the Republic of Ireland from 1800-2002. *J Cetacean Res Manag* 6(1): 1–8
- Maldini D, Mazzuca L, Atkinson S (2006) Odontocete Stranding Patterns in the Main Hawaiian Islands (1937–2002): How Do They Compare with Live Animal Surveys. *Pacific Science* 59(1):55–67
- McFee W, Hopkins-Murphy S, Schwacke L (2006) Trends in bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) strandings in South Carolina, USA, 1997–2003: implications for the Southern North Carolina and South Carolina Management Units. *J Cetacean Res Manag* 8(2):195–201
- Monteiro MA, Cardoso CS, Calearo DS, Dias CAO, Lopez FZ (2011) Comportamento do vento no litoral sul do brasil. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, João Pessoa - PB
- Monteiro-Neto C, Alves-Júnior TT, Ávila FJC, Campos AA, Costa AF, Silva CPN, Furtado-Neto MAA (2000) Impact of fisheries on the tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) and rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*) populations off Ceará state, northeastern Brazil. *Aquatic Mammals* 26(1):49-56
- Moreno IB, Ott PH, Danilewicz DS (1997) Análise preliminar do impacto da pesca artesanal costeira sobre *Pontoporia blainvillei* no litoral norte do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. In: Proceedings of the Second Workshop for the Research Coordination and Conservation of the Franciscana (*Pontoporia blainvillei*) in the Southwestern Atlantic, Florianópolis
- Moreno IB, Tavares, M, Danilewicz D, Ott PH, Machado R (2009) Descrição da pesca costeira de media escala no litoral norte do Rio Grande do Sul:

comunidades pesqueiras de Imbé/Tramandaí e Passo de Torres/Torres. Bol do Inst de Pesca 35: 129–140

Norman SA, Bowlby CE, Brancato MS, Calambokidis J, Duffield D, Gearin PJ, Gornall TA, Gosho ME, Hanson B, Jefries SJ, Lagerquist B, Lambourn DM, Mate B, Norberg B, Osborne RW, Rash JA, Riemer S, Scording J (2004) Cetacean strandings in Oregon and Washington between 1930 and 2002. *J Cetacean Res Manag* 6: 87–99

Norris KS (1961) Committee on Marine Mammals. Standardized methods for measuring and recording data on the smaller cetaceans. *J Mamm* 42:471-476

Ott PH (1998) Análise das capturas acidentais da toninha, *Pontoporia blainvillei*, no litoral norte do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. Master dissertation. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

Ott PH, Secchi ER, Moreno IB, Danilewicz D, Crespo EA, Bordino P, Ramos R, Bertozzi C, Bastida R, Zanellato R, Perez J, (2002) Report of the working group on fishery interaction. *LAJAM* 1(1):55-64

Peltier H, Dabin W, Daniel P, Van Canneyt O, Dorémus G, Huon M, Ridoux V (2012) The significance of stranding data as indicators of cetacean populations at sea: Modelling the drift of cetacean carcasses. *Ecological Indicators* 18:278-290

Pérez-Macri G, Crespo EA (1989) Survey of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*, along the Argentine coast, with a preliminary evaluation of mortality in coastal fisheries. *Occas. Pap. IUCN* 3: 57–63

Perrin WF, Geraci JR (2002) Stranding. In: Perrin WE, Würsig B, Thewissen JGM, *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, San Diego, CA

Pinedo MC (1986) Mortalidade de *Pontoporia blainvillei*, *Tursiops gephyreus*, *Otaria flavescens* e *Arctocephalus australis* na costa do Rio Grande do Sul, Brasil, 1976-1983. In: *Actas I Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de America del Sur* pp. 187–199.

Pinedo MC (1994) Review of the status and fishery interactions of the franciscana, *Pontoporia blainvillei*, and other small cetaceans of the Southern Brazil. *Rep Int Wahl Commn* 15: 251–259

Pinedo MC, Polacheck T (1999) Trends in franciscana (*Pontoporia blainvillei*) stranding rates in Rio Grande do Sul, Southern Brazil (1979–1998). *J Cetacean Res Manag* 1:179–189

Prado JHF, Secchi ER, Kinas PG (2013) Mark-recapture of the endangered franciscana dolphin (*Pontoporia blainvillei*) killed in gillnet fisheries to estimate past bycatch from time series of stranded carcasses in southern Brazil. *Eco Indicators* 32: 35–41

Reeves RR, Smith BD, Crespo E, Notarbartolo di Sciara G, Cetacean Specialist Group (2003) Dolphins, whales, and porpoises: 2003–2010 conservation action

plan for the world's cetaceans. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland

Reyesa P, Hucke-Gaete R, Torres-Florez JP (2013) First observations of operational interactions between bottom-trawling fisheries and South American sea lion, *Otaria flavescens* in south-central Chile. *J Mar Biol Assoc UK* 1-6

Secchi ER, Ott PH, Danilewicz D (2003) Effects of fishing by-catch and the conservation status of the franciscana dolphin, *Pontoporia blainvillei*. In: *Marine mammals: fisheries, tourism and management issues* (Eds. Gales, N., Hindell, M. & Kirkwood, R.) Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, pp. 174 – 191

Secchi ER, Zerbini AN, Bassoi M, Dalla-Rosa L, Möller LM, Roccha-Campos CC (1997) Mortality of franciscanas, *Pontoporia blainvillei*, in coastal gillnetting in southern Brazil: 1994–1995. *Rep Int Whal Commn* 47:653–658

Seeliger U, Odebrecht C, Castello JP (1998) Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. Rio Grande: Ecocientia.

Siciliano S (1994) Review of small cetaceans and fishery interactions in coastal waters of Brazil. *Rep Int Whal Commn* 15:241-250

Siebert U, Gilles A, Lucke K, Ludwig M, Benke H, Kock K, Scheidat M (2006) A decade of harbour porpoise occurrence in German waters – analyses of aerial surveys, incidental sightings and stranding. *J Sea Res* 56, 65–80

Simões-Lopes PC, Ximenez A (1993) Annotated list of the cetaceans of Santa Catarina coastal waters, southern Brazil. *Biotemas* 6(1):67-92

Stroud, R, Roffe, T (1979) Causes of death in marine mammals stranded along the Oregon coast. *J Wildl Dis* 15(1):91-97.

Tasker ML, Camphuysen CJ, Cooper J, Garthe S, Montevecchi WA, Blaber SLM (2000) The impacts of fishing on marine birds. *J Mar Sci* 57:531-547

Trippel EA, Wang JY, Strong MB, Carter LS, Conway JD (2011) Incidental mortality of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) by the gill-net fishery in the lower Bay of Fundy. *Can J Fish Aquat Sci* 53(6): 1294-1300

Weigert SC, Klippel S, Madureira LSP, Vooren CM, Pinho MP, Ferreira CS (2005) As águas costeiras da Plataforma Sul como ambiente físico. In: *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. (Eds Vooren CM. & Klippel S.) Porto Alegre: Igaré, pp. 24 – 31.

Whitehead H, Reeves R (2005) Killer whales and whaling: the scavenging hypothesis. *Biol Lett* 1: 415–418

Willey DN, Asmutis, RA (1995) Stranding and mortality of humpback whales, *Megaptera novaengliae*, in the mid-Atlantic and southeast United States, 1985-1992. *Fish Bull* 93:196-205

Witherell D, Ackley D, Coon C (2002) An overview of Salmon bycatch in Alaska groundfish fisheries. *Alaska Fish Res Bull* 91(1):53-64

Zappes CA, Silva CV, Pontalti, M, Danielski ML, Di Benedetto APM (2013) The conflict between the southern right whale and coastal fisheries on the southern coast of Brazil. *Mar Policy* 38:428-437

8. Tabelas

Tabela 1. Descrição dos limites e esforço amostral entre as sub-áreas costeiras no litoral norte do Rio Grande do Sul.

Sub-áreas	Limite sub-áreas	Coordenadas limites sub-áreas	Tamanho Km	Km percorridos	nº monitoramentos
1	Torres / Arroio Teixeira	29°19'59" S; 49 56'47" W	39.5	1943.4	49
2	Arroio Teixeira / Tramandaí	29 58'35" S; 50 07'08" W	39,5	2055.3	52
3	Tramandaí / Quintão	30 20'53" S; 50 16'12" W	43	3545.3	82
4	Quintão / Solidão	30 42'15" S; 50 28'54" W	45,8	4305.4	94
5	Solidão / Praia de Mostardas	31 09'13" S; 50 48'31" W	59	5049.9	86
6	Praia de Mostardas/ Barra da Lagoa do Peixe	31°21'32" S; 51°02'24" W	31,5	2306.5	73
Total			258.3	19194.3	436

Tabela 2. Descrição do esforço amostral anual e mensal em *km* dos monitoramentos de praia no litoral norte do Rio Grande do Sul.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130.1	40.2	163.7	334
1992	55.9	109	17.4	218	179.3	79	0	0	0	183.5	0	0	842.3
1993	0	0	158.3	179.3	0	0	0	181.4	190.3	240.8	79	147.8	1176.9
1994	164.8	162	240.8	240.8	79	88.8	0	240.8	240.8	179.3	258.3	258.3	2153.5
1995	0	0	179.3	79	156.3	20	0	258.3	179.3	226.8	179.3	179.3	1457.6
1996	258.3	179	179.3	0	0	0	179.3	63	258.3	0	179.3	179.3	1476.1
1997	179.3	0	240.8	179.3	179.3	0	179.3	258.3	516.6	578.1	310.3	437.6	3058.9
1998	258.3	0	179.3	258.3	154.1	258.3	253.3	172	110.5	0	0	156.3	1800.4
1999	147.5	0	0	0	0	0	258.3	0	0	0	0	0	405.8
2000	159	176	179.3	215.3	0	215.3	215.3	169.5	0	74	0	136.3	1540.4
2001	0	0	0	133.5	358.6	0	0	56.6	0	0	0	0	548.7
2002	0	136	176.4	79	255.4	0	130.1	176.4	255.4	0	0	161.8	1370.8
2003	156.3	142	0	240.8	258.3	199.3	157.3	249.8	179.3	126.2	148.3	158.9	2016.8
2004	0	0	0	118.8	0	158.9	0	0	0	0	158.9	176.4	613
2005	0	0	0	187.8	0	0	203.8	0	0	0	99	0	490.6
Total	1379	905	1551	2130	1620	1020	1577	1826	1931	1739	1453	2156	

Tabela 3. Direção do vento, direcionamento da carcaça e valores dos vetores *inshore* e *offshore* considerando a velocidade do vento constante em 1km/h.

Vento	Direção do vento	Direção da carcaça	Vetor <i>inshore-offshore</i>
N	0°	135°	0.7
NE	45°	180°	0.0
E	90°	225°	-0.7
SE	135°	270°	-1.0
S	180°	315°	-0.7
SW	225°	360°	0.0
W	270°	45°	0.7
NW	315°	90°	1.0

Tabela 4. Taxas de Encalhe por unidade de esforço (EPUE) ao longo dos 15 anos amostrados no litoral norte do Rio Grande do Sul.

Ano	EPUE
1991	0.041916168
1992	0.028493411
1993	0.018233203
1994	0.016252612
1995	0.01920966
1996	0.018968905
1997	0.015365
1998	0.006665186
1999	0.007392804
2000	0.03830174
2001	0.003644979
2002	0.011672016
2003	0.038179294
2004	0.034257749
2005	0.036689768

Tabela 5. Porcentagem da frequência de ventos nas diferentes estações entre os anos de 1991 e 2005 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

Direção	Verão	Outono	Inverno	Primavera
N	1.9	3.0	3.8	1.8
NE	43.9	36.2	48.1	44.6
E	10.0	6.7	4.2	9.6
SE	16.7	7.8	5.9	10.9
S	7.4	4.5	3.9	7.6
SW	10.3	10.4	14.9	13.9
W	5.2	17.1	11.2	7.9
NW	4.6	14.3	8.0	3.8

Tabela 6. Porcentagem do direcionamento das carcaças de toninhas pelo transporte de Ekman nas diferentes estações entre os anos de 1991 e 2005 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

	Graus	Verão	Outono	Inverno	Primavera
	45°	5.18	16.84	10.85	7.86
ofshore	90°	4.50	13.86	7.81	3.76
	135°	1.86	3.07	4.08	1.81
Sul	180°	43.89	36.40	48.26	44.54
	225°	10.07	6.75	4.25	9.53
inshore	270°	16.72	7.63	5.90	11.06
	315°	7.43	4.65	3.82	7.65
Norte	360°	10.36	10.79	15.02	13.78

Tabela 7. Estimativa mínima de mortalidade de toninhas com os dados de Pinedo & Polacheck (1999) no litoral Norte do Rio Grande do Sul.

	Nº de encalhes Presente estudo	Nº de encalhes Pinedo & Polacheck	Total de encalhes no LN do RS	Estimativa mínima de mortalidade (1991-2005)
Total	452	67	519	6847

Tabela 8. Estimativa mínima de mortalidade anual de toninhas com base nos anos bem amostrados (> 1.000 km percorridos) no litoral Norte do Rio Grande do Sul.

Ano	Toninhas	Estimativa anual mínima de mortalidade
1993	20	264
1994	36	475
1995	28	369
1996	30	396
1997	50	660
1998	12	158
2000	69	910
2002	17	224
2003	77	1016
Média anual		497

9. Figuras

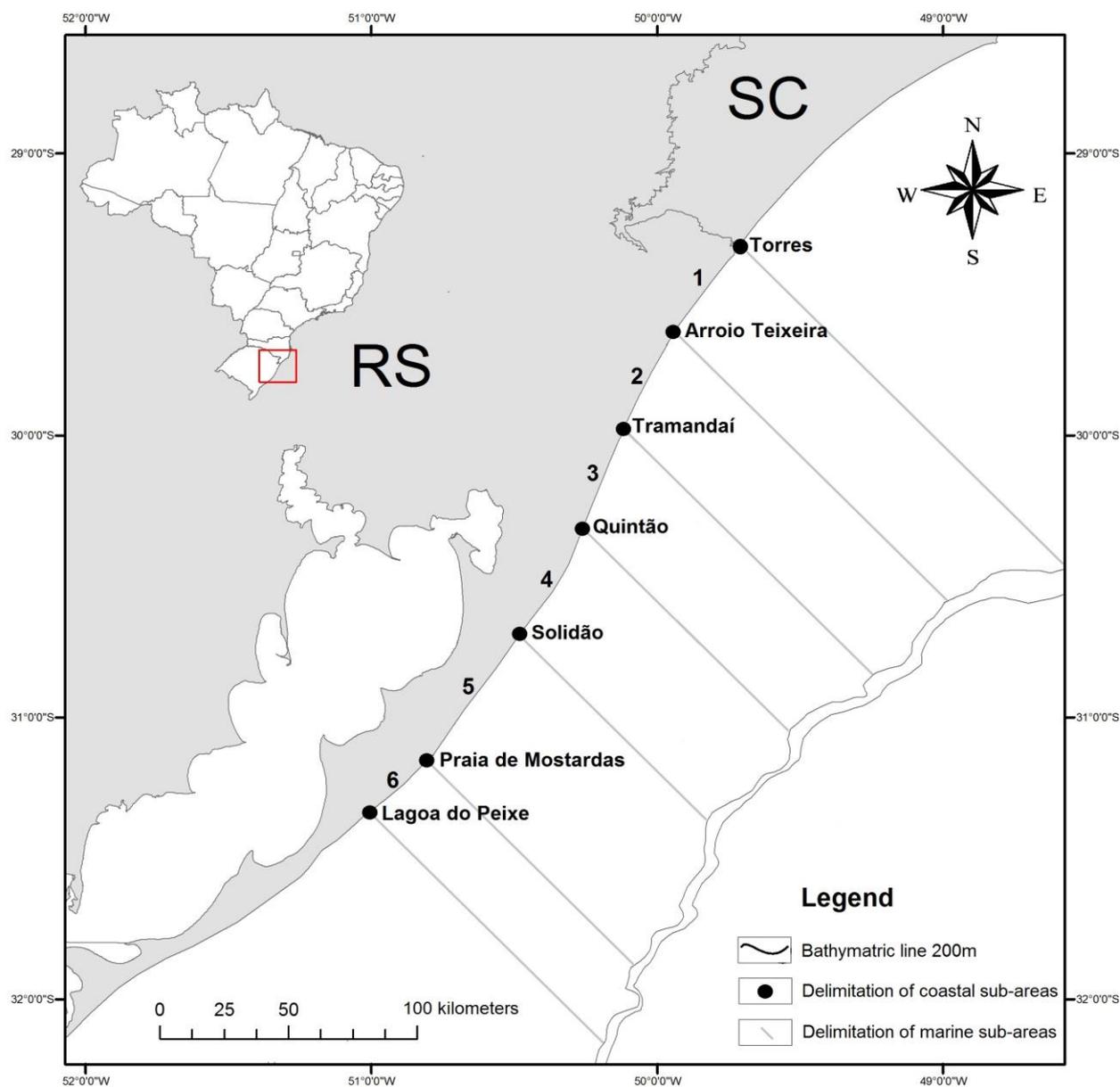


Figura 2. Localização da área de estudo e das sub-áreas costeiras e marinhas no litoral norte do Rio Grande do Sul.

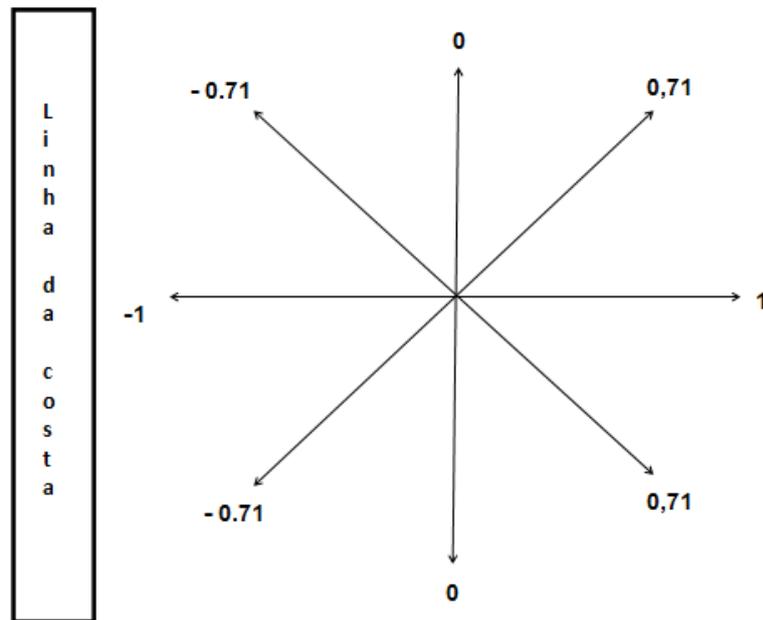


Figura 3. Esquema demonstrando os valores de vetor gerados a partir de uma velocidade de vento de 1km/h para as direções de carcaças (C) de 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° e 315°. Valores negativos significam transporte para a linha da costa, enquanto que para valores positivos o transporte é direcionado para o mar aberto.

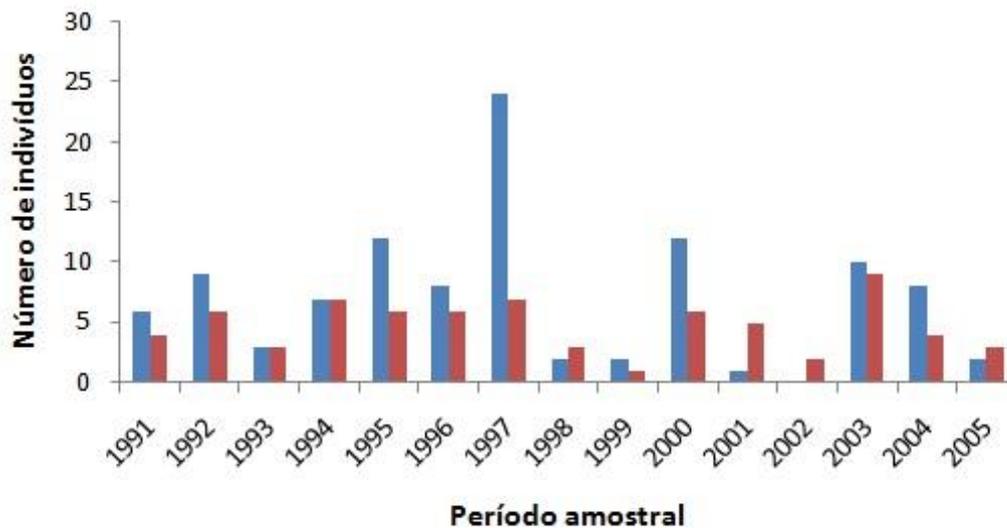


Figura 4. Número de indivíduos machos e fêmeas de toninhas encalhadas ao longo do período de estudo.

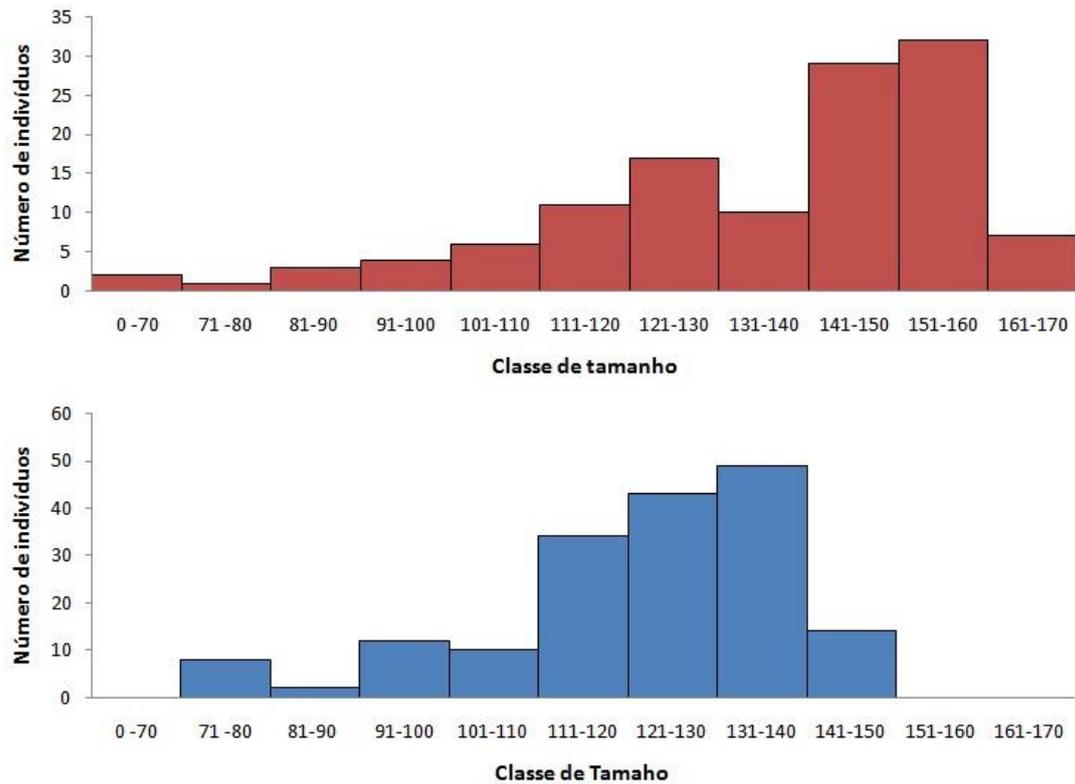


Figura 5. Estrutura de tamanho de machos e fêmeas de toninhas encalhadas ao longo do período de estudo.

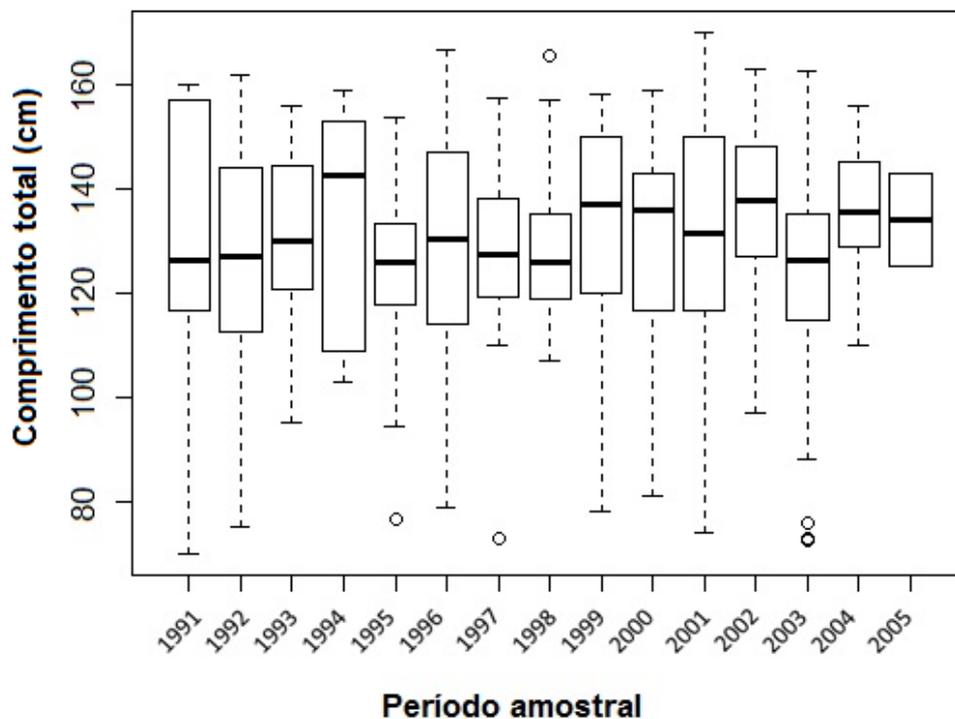


Figura 6. Comparação das médias de comprimento total de toninhas encalhadas em relação aos 15 anos.

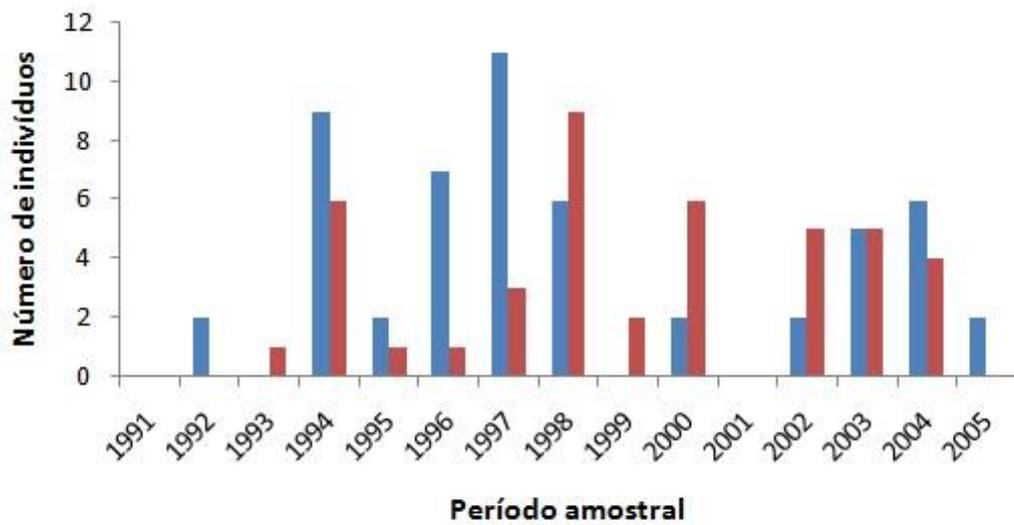


Figura 7. Número de indivíduos machos e fêmeas de toninhas capturadas ao longo do período de estudo.

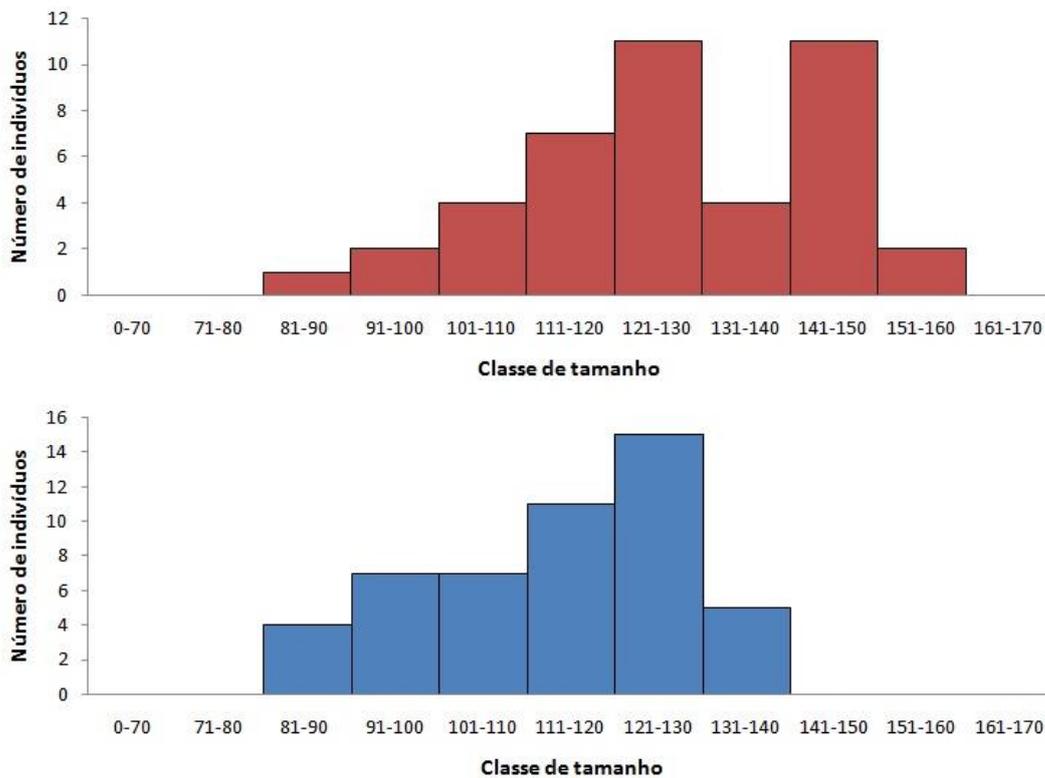


Figura 8. Comparação do comprimento total das toninhas capturadas e encalhadas ao longo do período de estudo

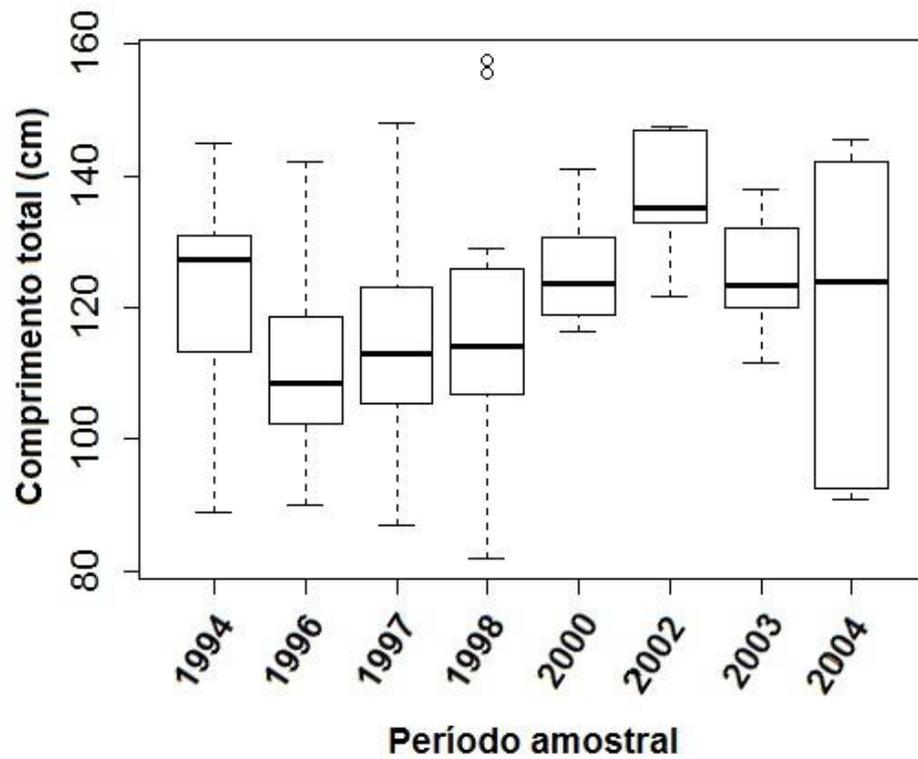


Figura 9. Comparação das médias de comprimento total de toninhas capturadas ao longo do período amostral.

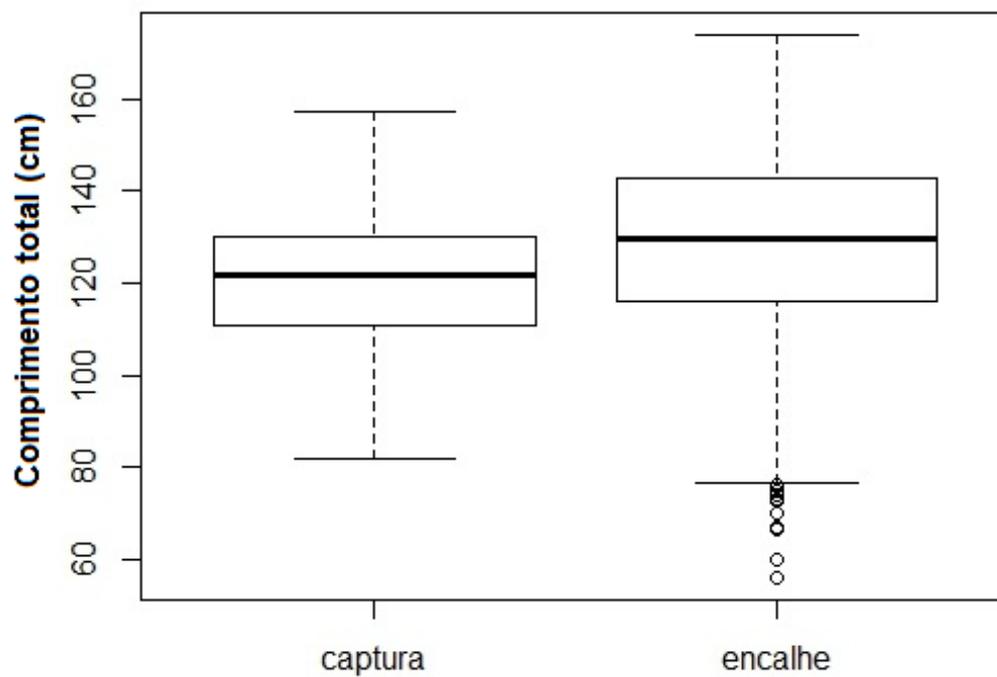


Figura 10. Comparação das médias de comprimento total de toninhas capturadas e encalhadas ao longo do período amostral.

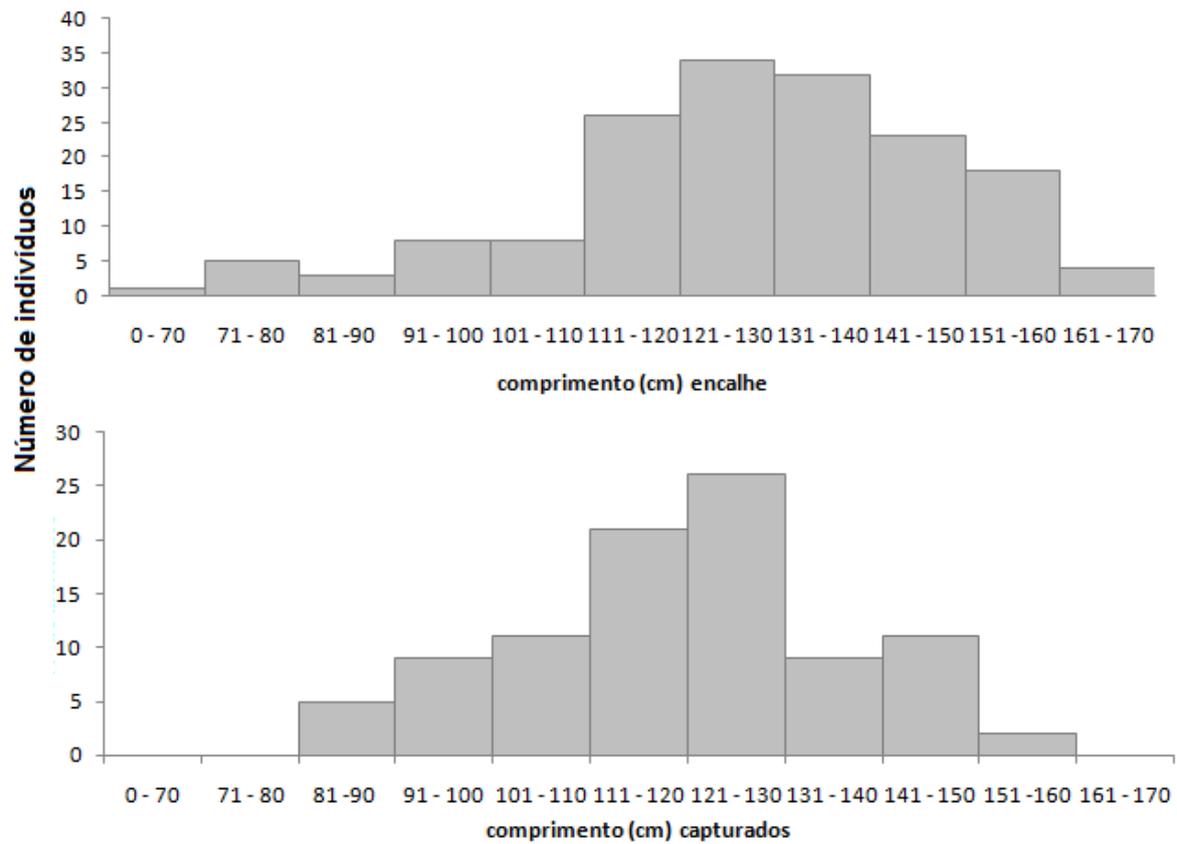


Figura 11. Histograma evidenciando a frequência do comprimento total das toninhas capturadas e encalhadas ao longo do período de estudo.

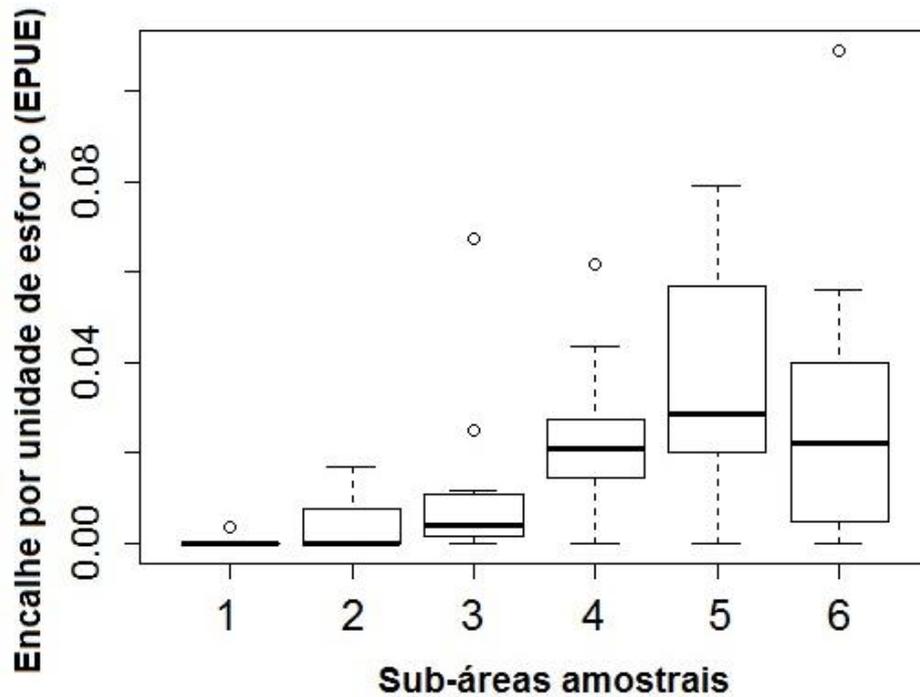


Figura 12. Comparação das taxas médias de ençalhe (EPUE) entre as sub-áreas amostrais.

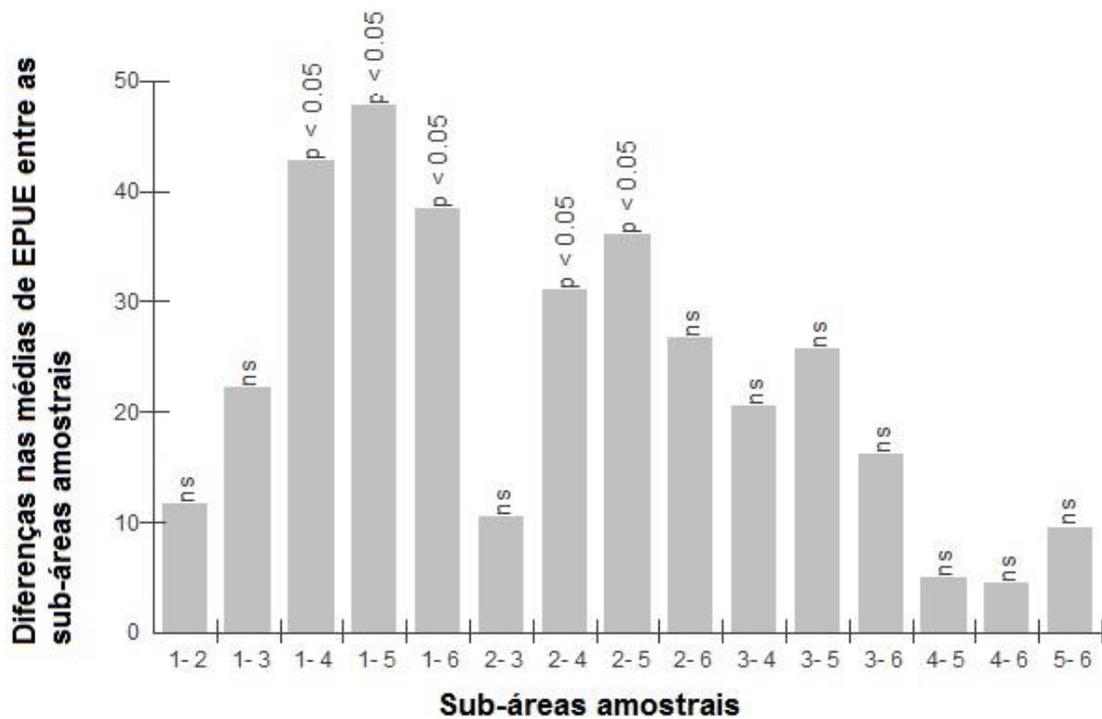


Figura 13. Diferenças nas médias das taxas de ençalhe (EPUE) entre as sub-áreas amostrais (teste de Dunn).

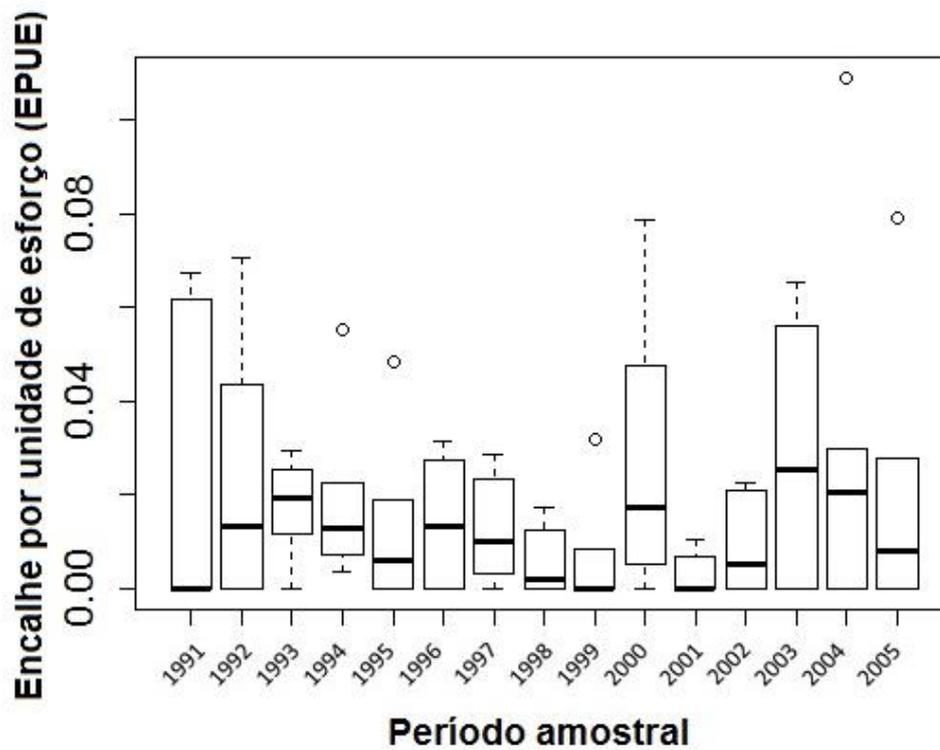


Figura 14. Comparação das taxas médias de encalhe (EPUE) entre os 15 anos de estudo.

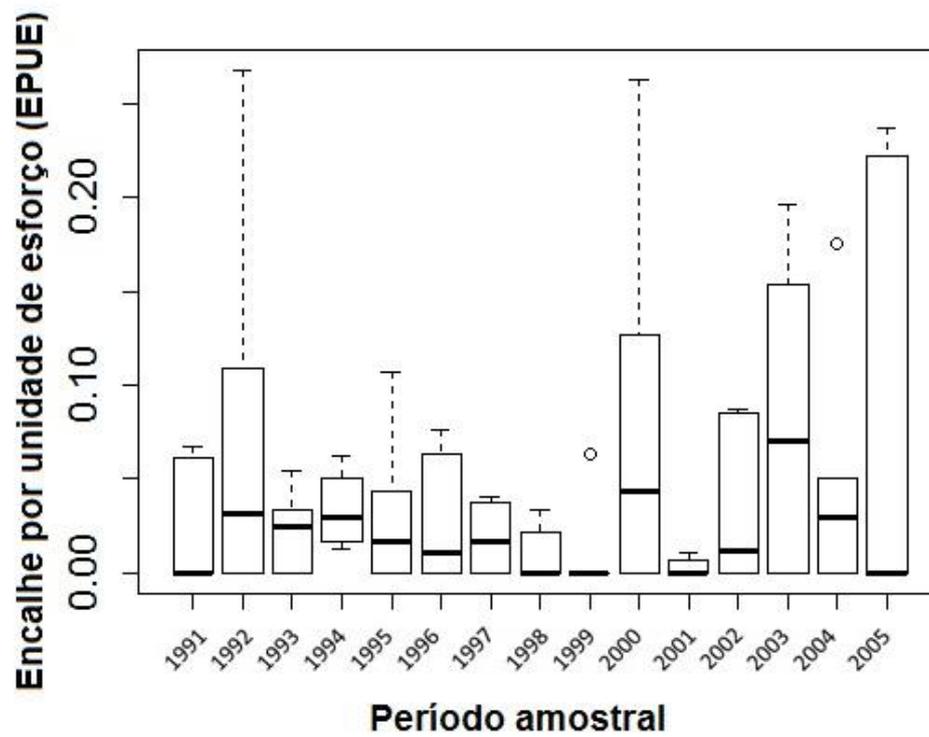


Figura 15. Comparação das taxas médias de picos de encalhe (EPUE; outubro à janeiro) entre os 15 anos de estudo.

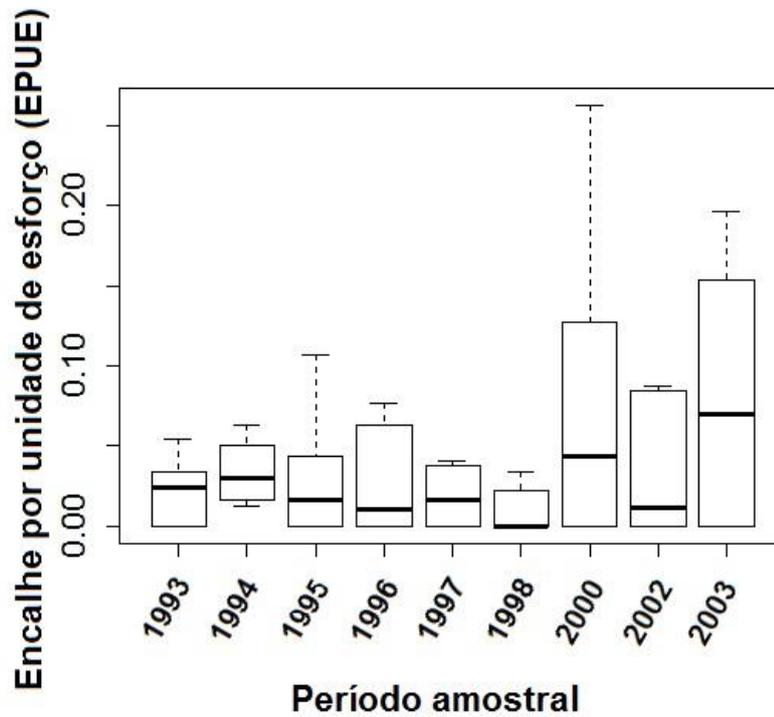


Figura 16. Comparação das taxas médias de encalhe (EPUE) entre os anos bem amostrados de estudo.

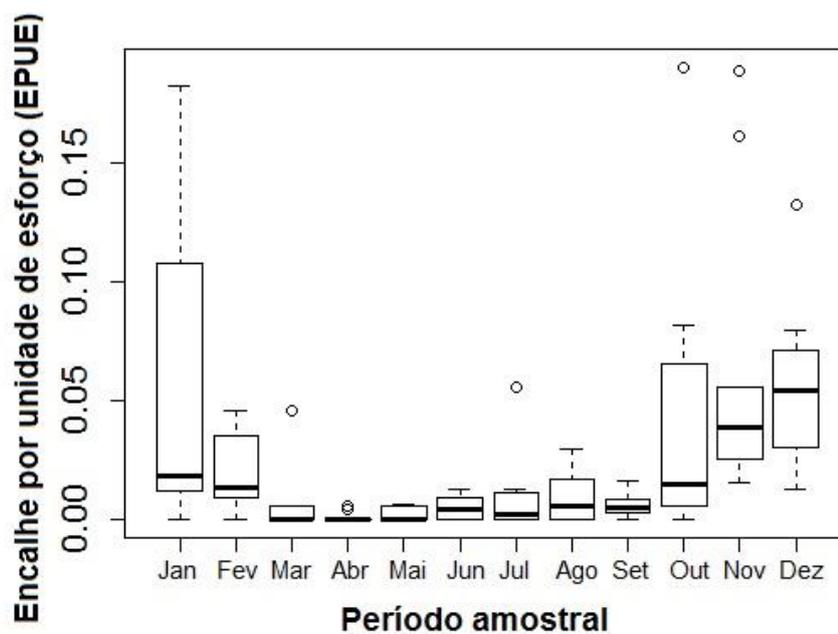


Figura 17. Comparação das taxas médias de encalhe (EPUE) entre os meses ao longo do período de estudo.

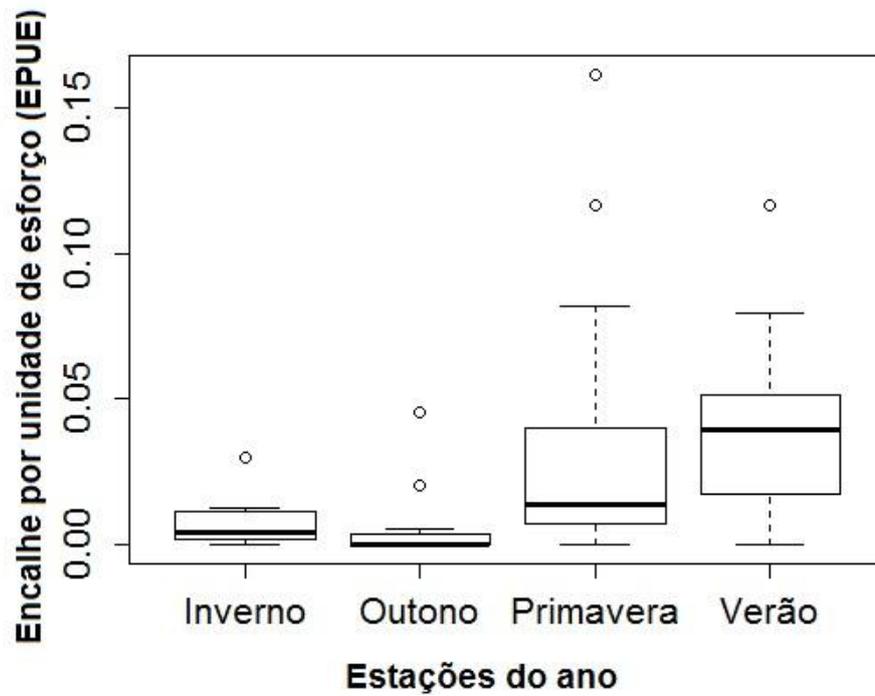


Figura 18. Comparação das taxas médias de encalhe (EPUE) entre as estações do ano.

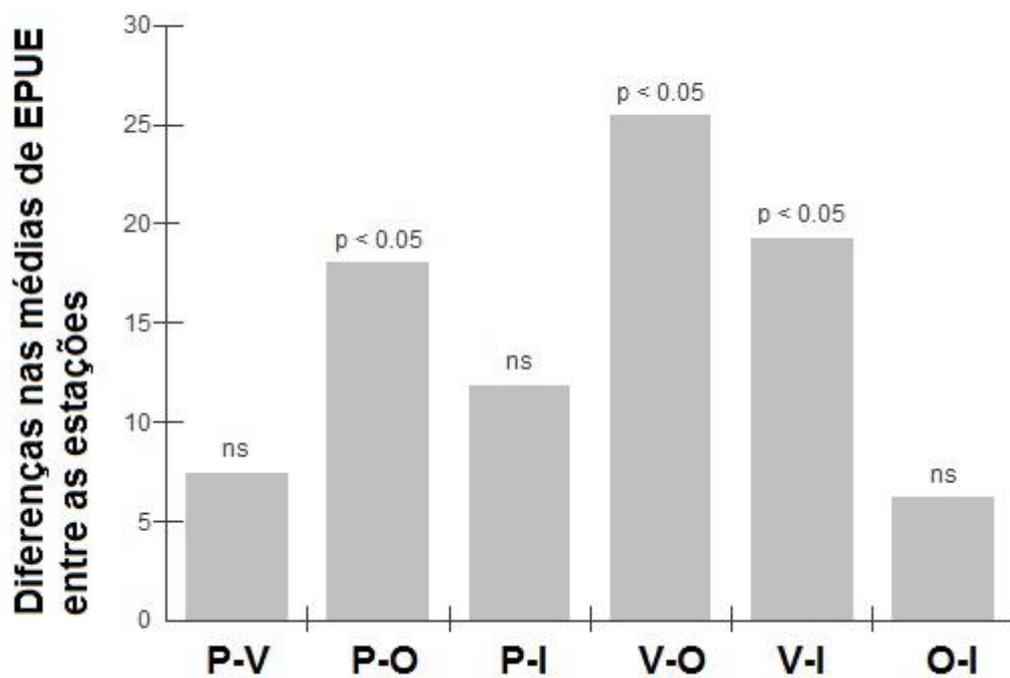


Figura 19. Diferenças nas médias das taxas de encalhe (EPUE) entre as estações do ano (teste de Dunn).



Figura 20. Distância da atuação da frota pesqueira em relação à costa nos municípios de Torres e Tramandaí entre os anos de 2002/2004 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

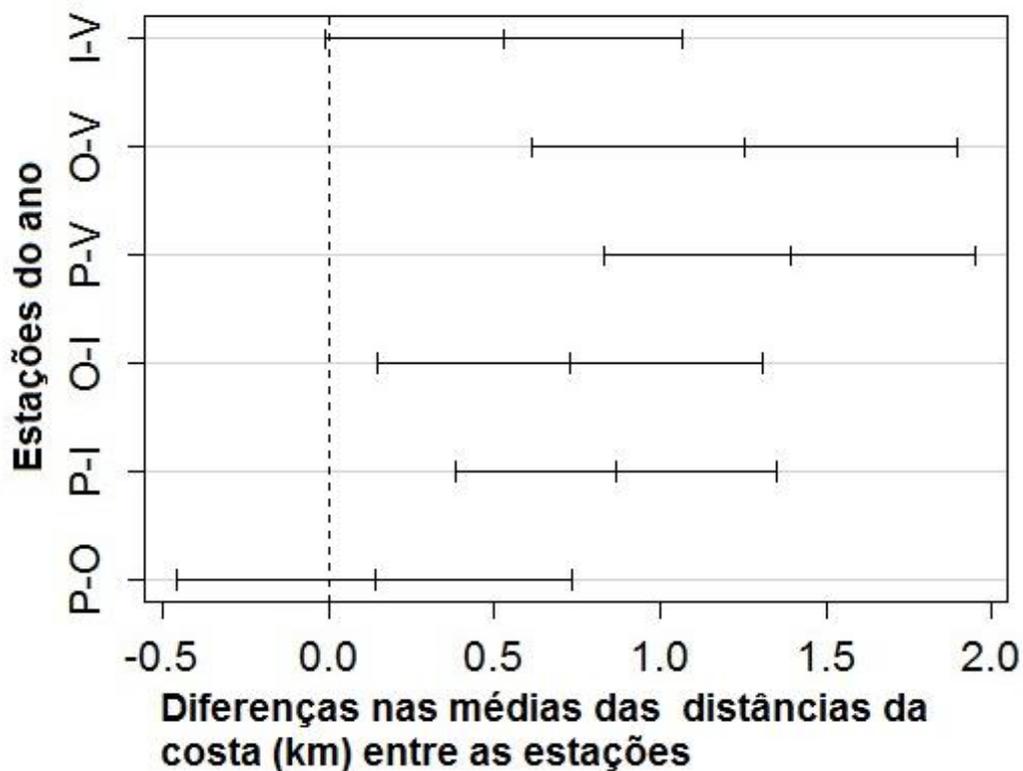


Figura 21. Diferenças nas médias da distância das embarcações da costa entre as estações do ano (teste de Tukey).

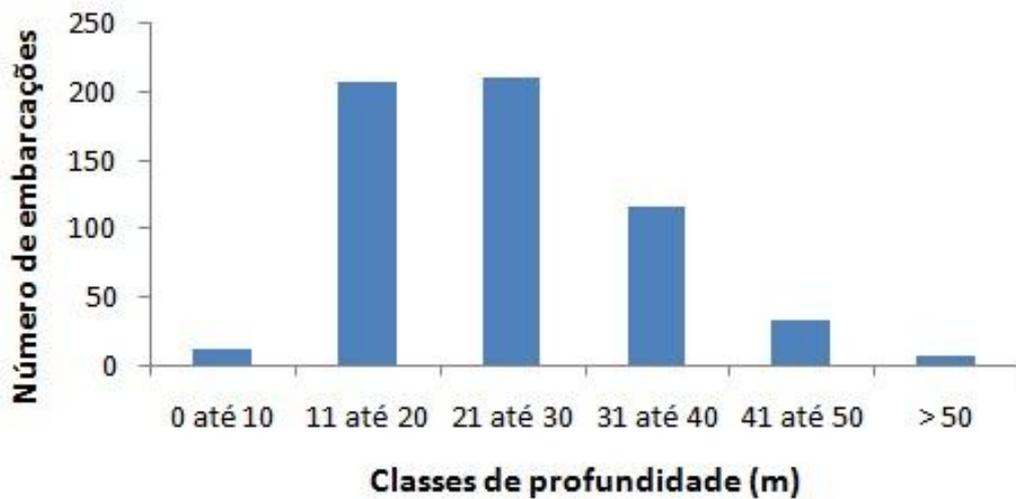


Figura 22. Profundidade de atuação da frota pesqueira em relação à costa nos municípios de Torres e Tramandaí entre os anos de 1991/1997 e 2002/2004 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

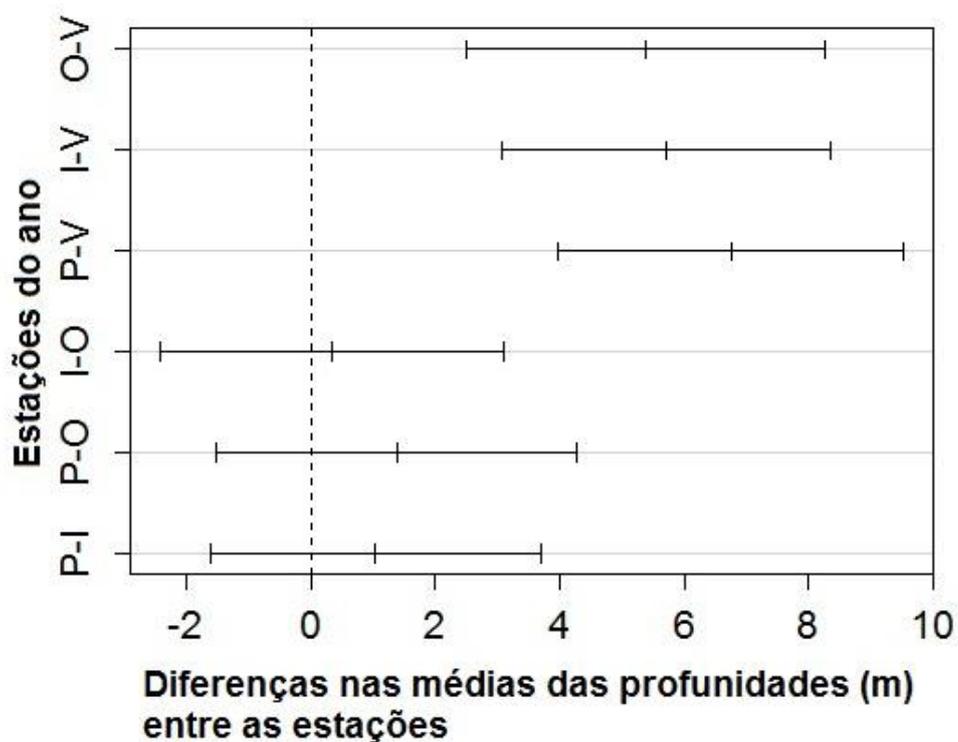


Figura 23. Diferenças nas médias de profundidade das embarcações da costa entre as estações do ano (teste de Tukey).

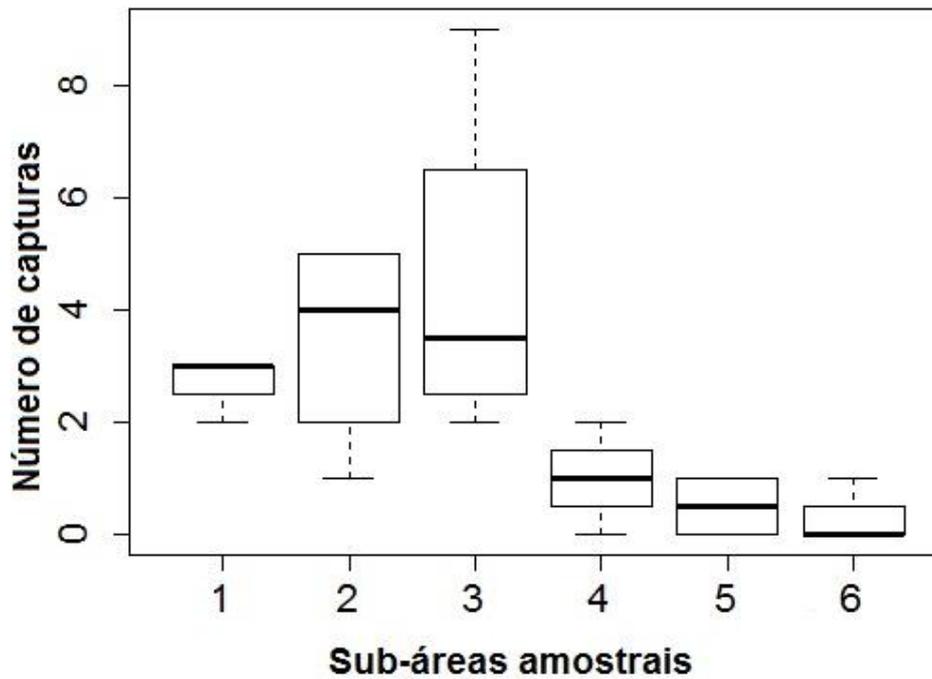


Figura 24. Comparação da mortalidade de toninhas capturadas em redes de pesca entre as sub-áreas amostrais marinhas entre os anos de 2002/2004.

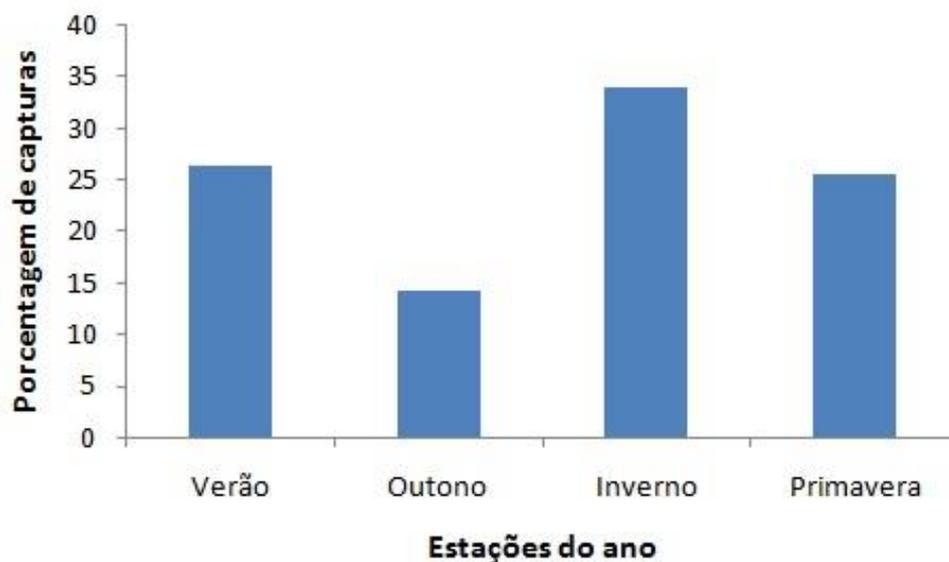


Figura 25. Porcentagem da mortalidade anual de toninhas entre as estações do ano durante todo o período de estudo, no litoral norte do Rio Grande do Sul.

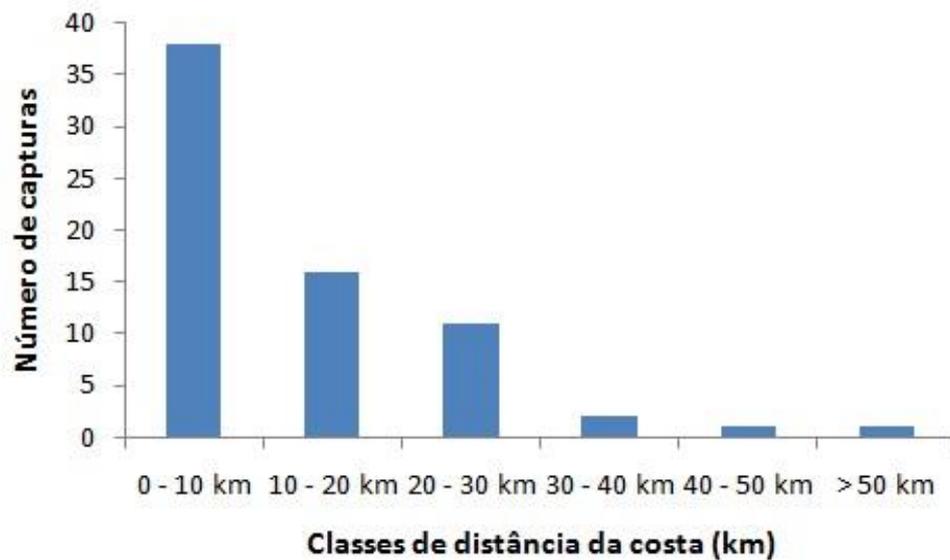


Figura 26. Distância da costa dos registros de captura acidental de toninhas nos municípios de Torres e Tramandaí entre os anos de 2002/2004 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

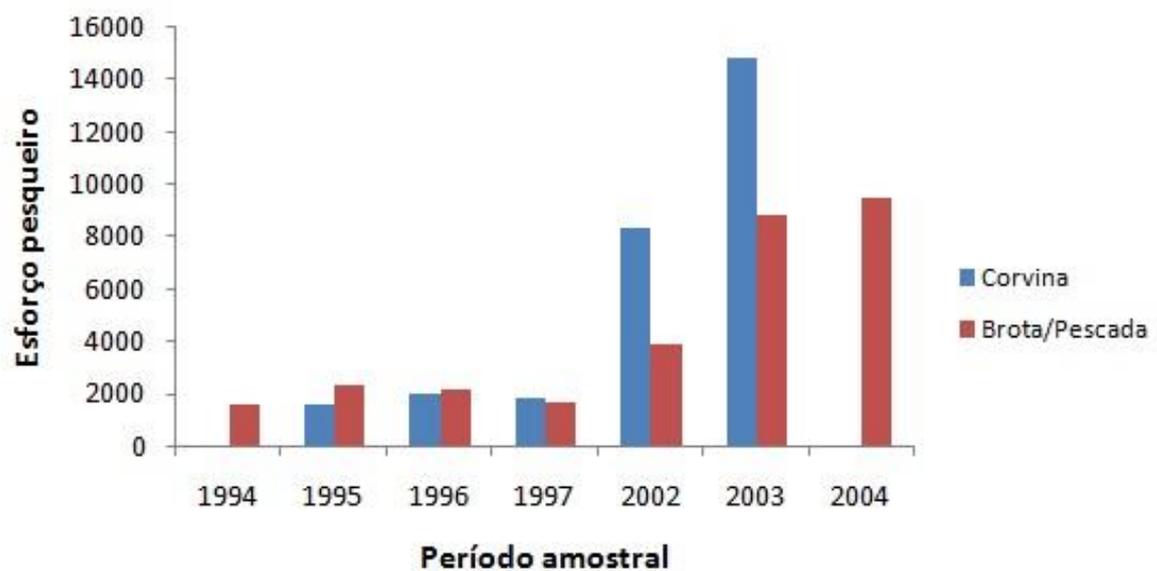


Figura 27. Evidência do aumento do esforço pesqueiro (Corvina; Brota/Pescada) entre os períodos de 1994-1997 e 2002-2003,

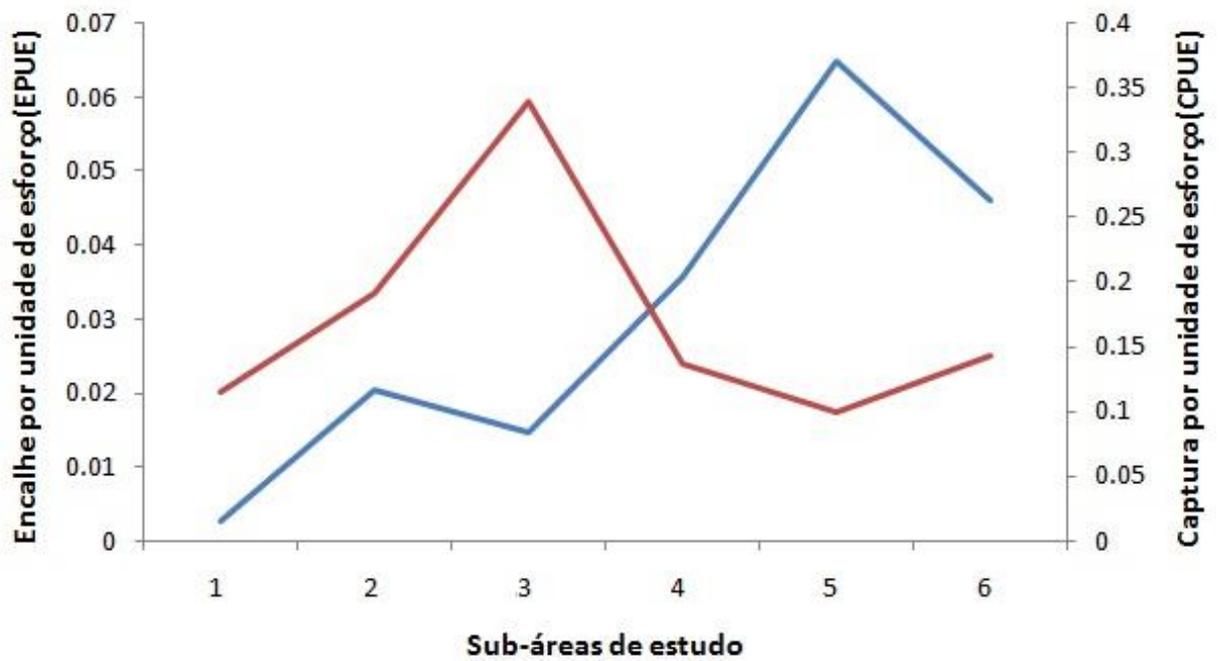


Figura 28. Relação entre as taxas de encalhe (EPUE; linha azul) e as capturas (CPUE; linha vermelha) de toninhas no litoral norte do Rio Grande do Sul.

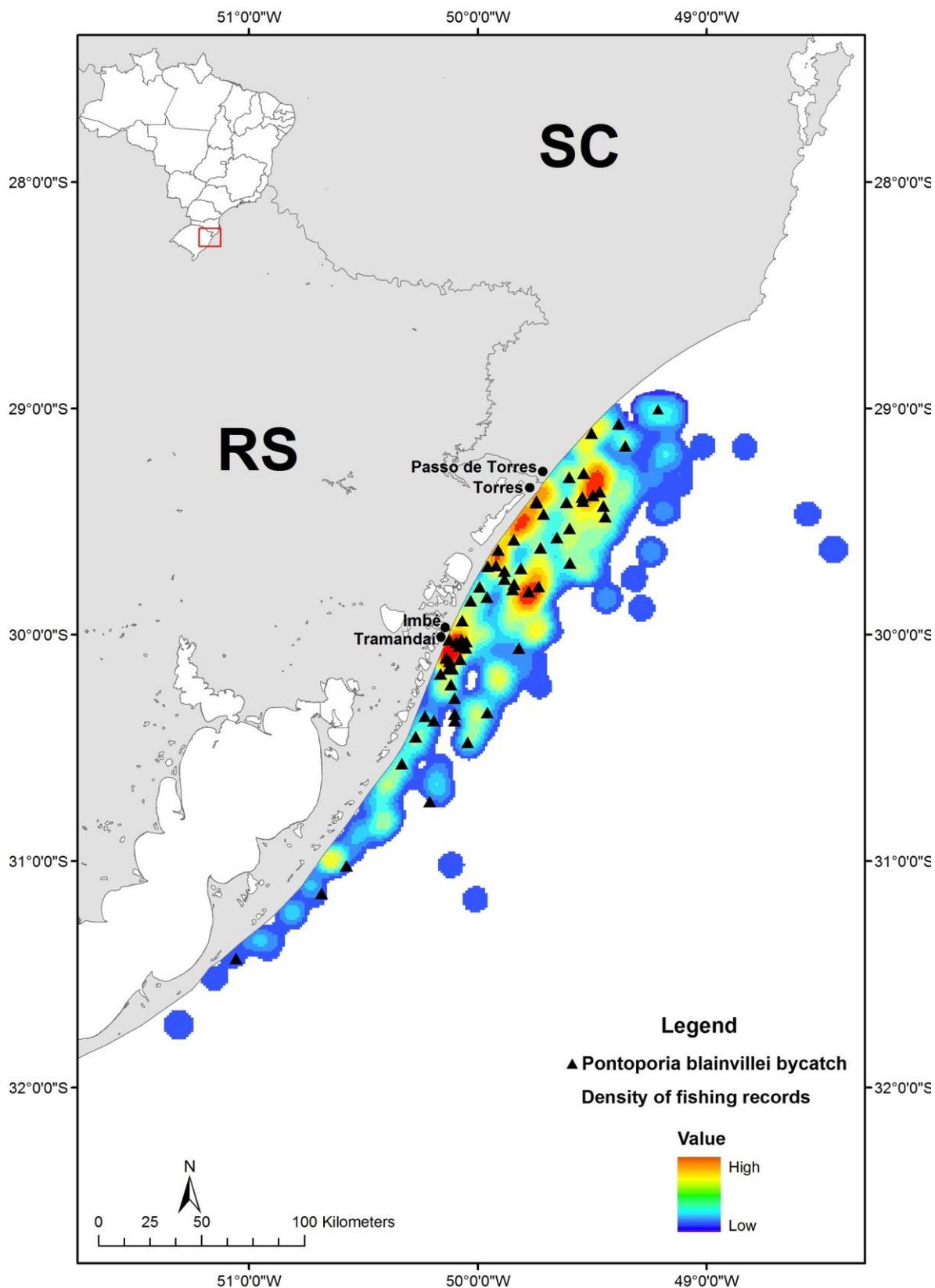


Figura 29. Mapa de densidade Kernel das atividades das frotas pesqueiras de Torres e Tramandaí entre o período de 2002/2004 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

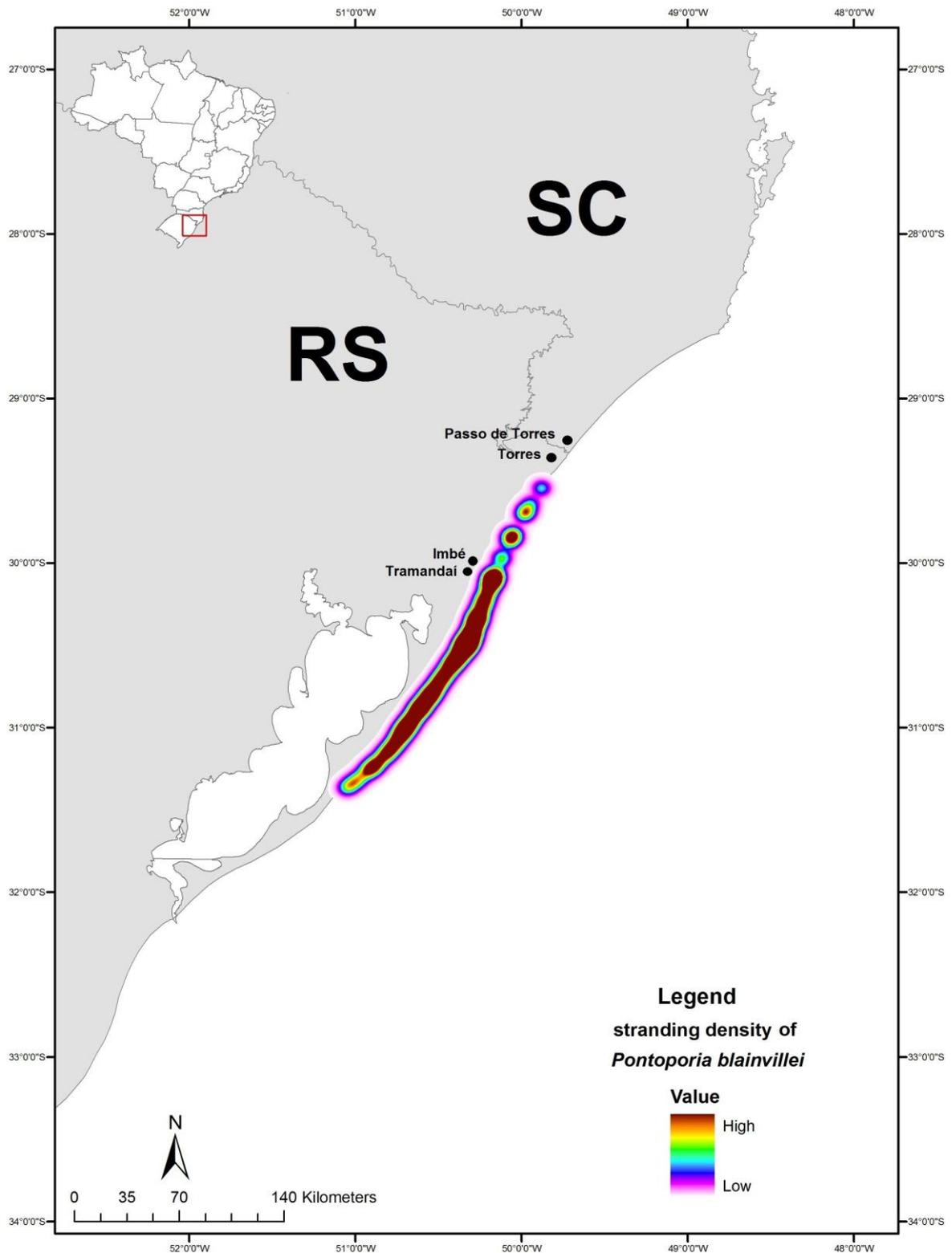


Figura 30. Mapa de densidade Kernel dos registros de encalhe ao longo das sub-áreas costeiras entre o período de 2002/2004 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

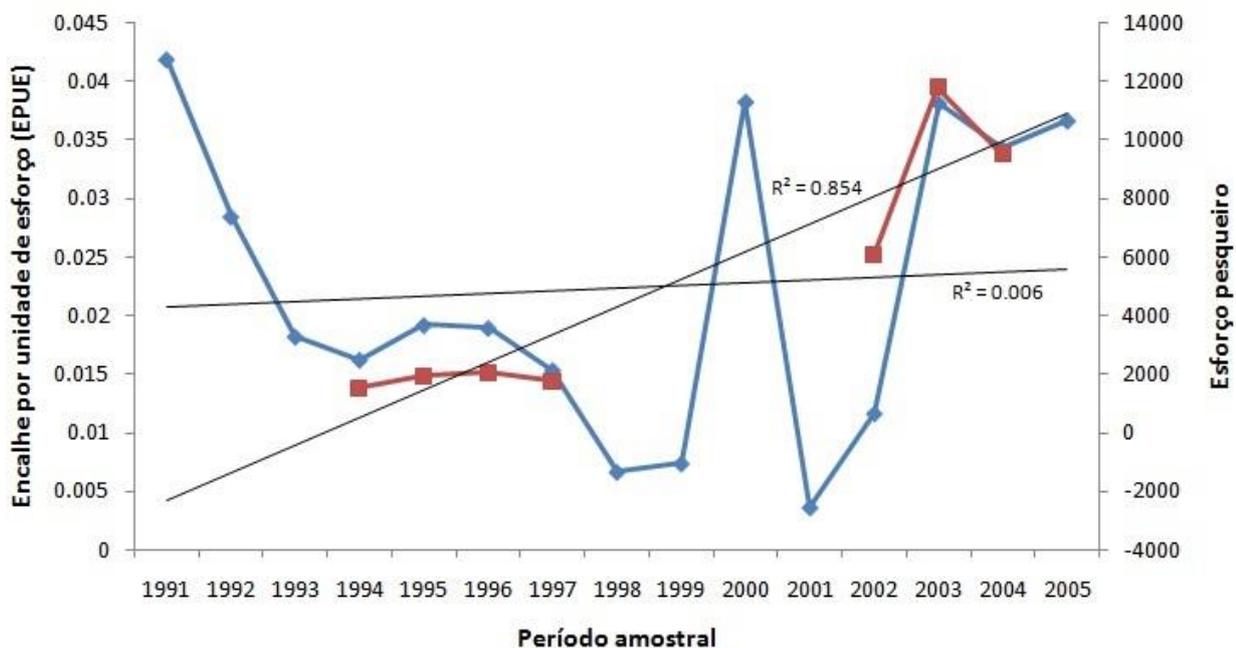


Figura 31. Relação entre taxas de encalhe (EPUE ; $R^2 = 0.006$) e esforço pesqueiro (Esforço ; $R^2 = 0.854$) ao longo do período de estudo.

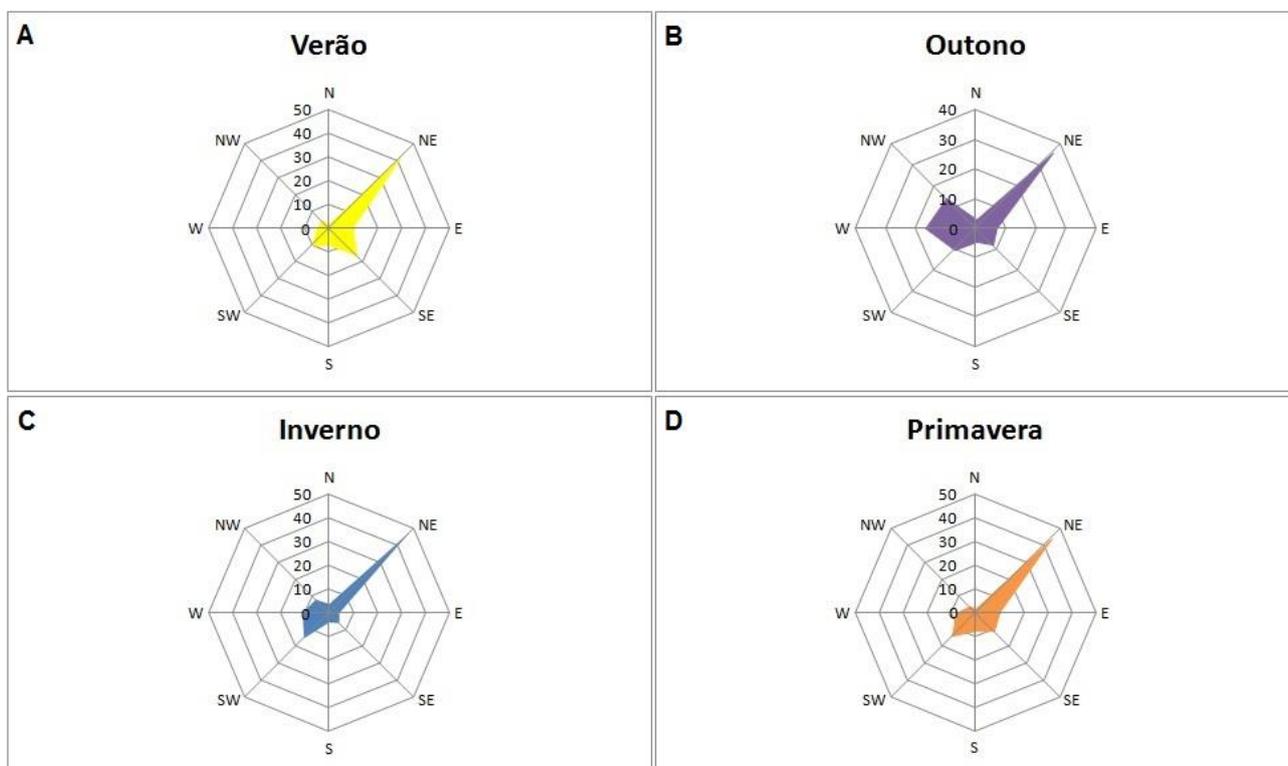


Figura 32. Frequência da direção dos ventos predominantes entre as estações do ano no período de 1991/2005 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

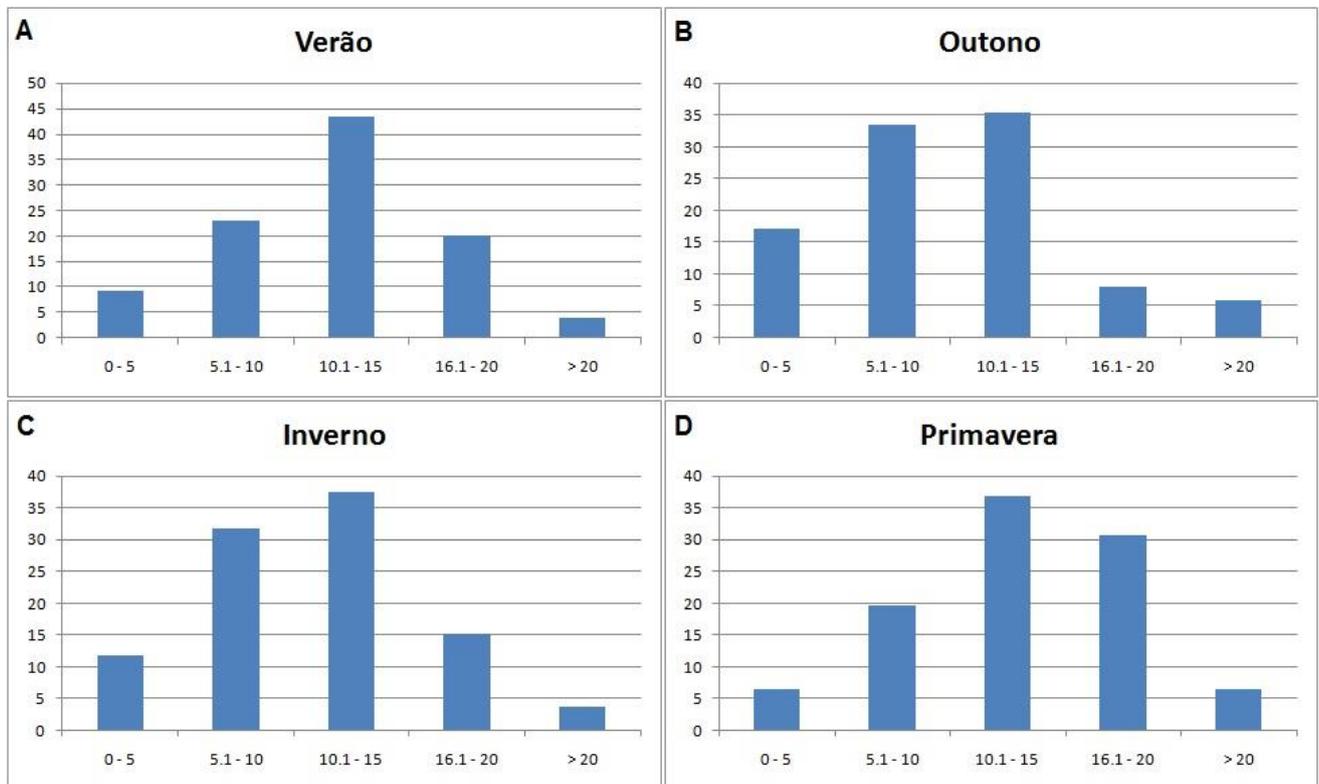


Figura 33. Frequência de intensidade dos ventos predominantes entre as estações do ano no período de 1991/2005 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

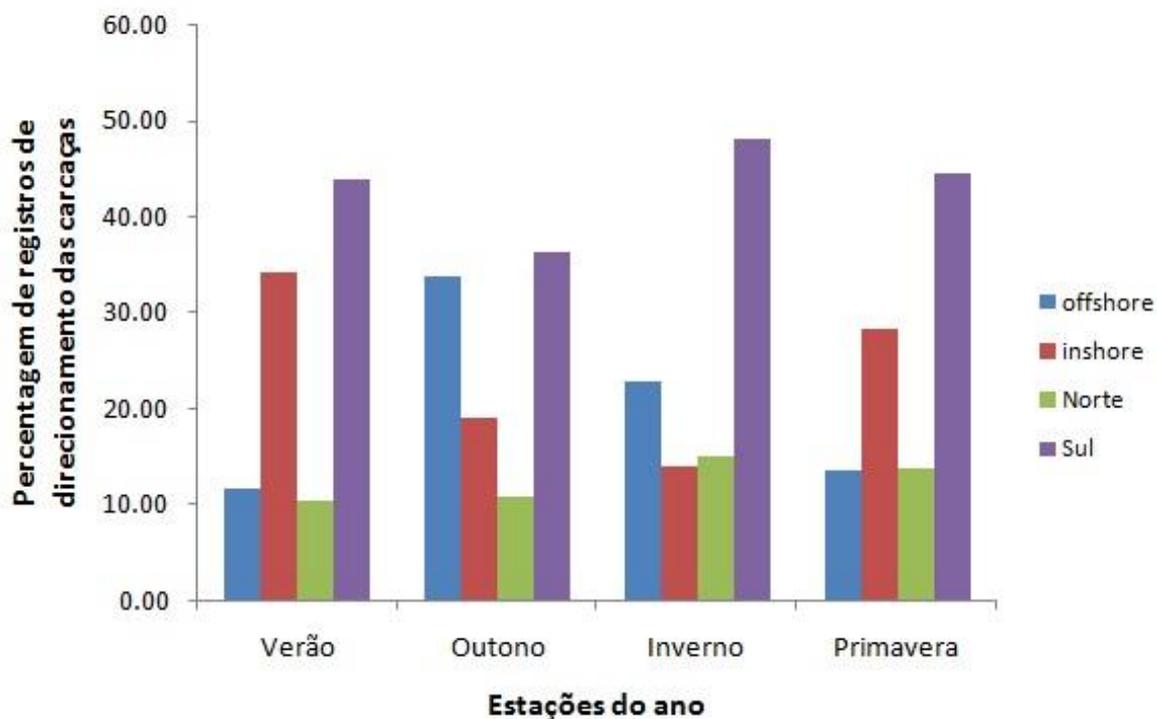


Figura 34. Frequência do transporte da carcaça em direção a costa (*inshore*) e ao mar (*offshore*) entre as estações do ano no período de 1991/2005 no litoral norte do Rio Grande do Sul.

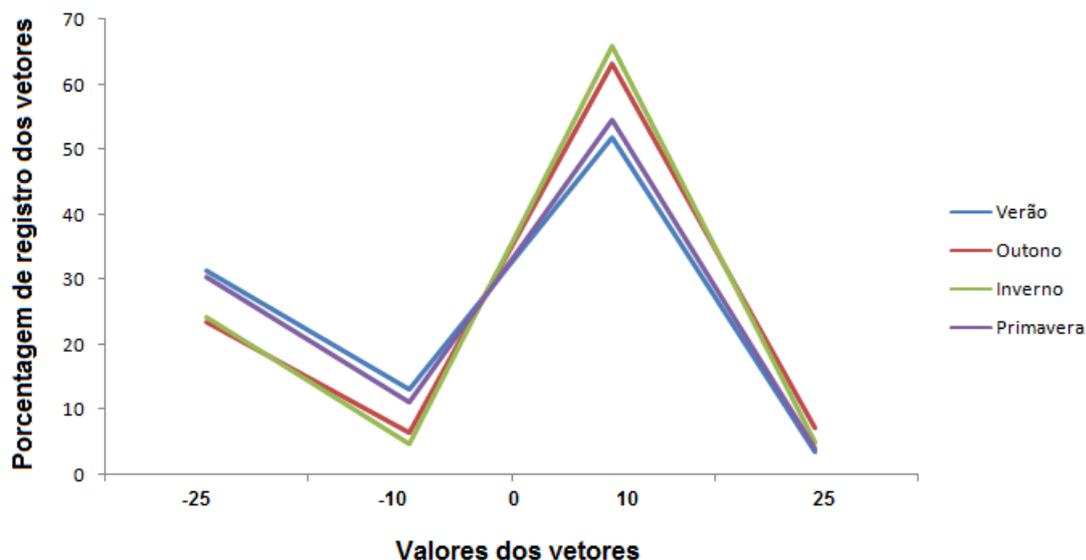


Figura 35. Frequência dos vetores entre as classes de intencidade. Valores negativos altos representam uma forte intensidade de direcionamento da carcaça em direção a costa (*inshore*) e valores positivos altos uma forte intensidade de direcionamento da carcaça para o mar (*offshore*).