

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

Conteúdo gastrointestinal de petréis (Aves: Procellariiformes) no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil: análise dos itens alimentares e resíduos poliméricos

Martin Sucunza Perez

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

Av. Ipiranga 6681 – Caixa Postal 1429

Fone: (051) 3320-3500

CEP 90619-900 Porto Alegre – RS

Brasil

2016

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

Conteúdo gastrointestinal de petréis (Aves: Procellariiformes) no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil: análise dos itens alimentares e resíduos poliméricos

Martin Sucunza Perez

Orientadora: Dra. Carla Suertegaray Fontana

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PORTO ALEGRE – RS – BRASIL

2016

AVISO

As citações ao longo do texto e a bibliografia desta dissertação seguem as normas da revista científica *Marine Biology (International Journal on Life in Oceans and Coastal Waters)*. As demais padronizações, como títulos de figuras e tabelas, seguem as normas propostas pelo Programa de Pós-Graduação em Biociências - Zoologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	IV
ABSTRACT	V
INTRODUÇÃO	1
Objetivo geral.....	3
Objetivos específicos.....	3
MATERIAL E MÉTODOS	4
Área de estudo.....	4
Coleta de dados.....	4
Espécies foco do estudo.....	5
Análise do conteúdo gastrointestinal.....	7
RESULTADOS	12
Composição específica dos itens alimentares ingeridos.....	13
Resíduos poliméricos.....	21
Análise específica dos resíduos poliméricos encontrados.....	22
DISCUSSÃO	25
Cefalópodes e peixes.....	25
Resíduos poliméricos.....	27
BIBLIOGRAFIA	29

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família que foi quem possibilitou que eu chegasse até aqui e me deram total apoio nas decisões tomadas para que isso fosse possível. Ao meu pai Carlos Gustavo Sucunza que me fez amar a praia e o mar e à minha mãe Tereza Ivonne Perez que me ensinou como seguir sendo forte na vida mesmo com todas as adversidades que ela nos impõem. Ao meu irmão Federico Sucunza Perez que sempre esteve presente na boa e principalmente na ruim! Aos meus tios Vasco e Oscar que fizeram e ainda fazem o impossível para que este sonho siga tornando-se realidade. A todos vocês o meu muito OBRIGADO!

Um agradecimento especial, a Quel, guria de sorriso fácil e abraço apertado que segurou a barra comigo em 2015 e segue me ajudando sempre. Além de companhia do coração é uma amiga sempre disposta a conversar, obrigado por me mostrar um outro lado da vida, te adoro muito!

Ao seu Augusto, que me alugou a casinha do Imbé e me deixou ficar sem pagar aluguel por alguns meses em troca de um fogão. A todos os amigos do Imbé pelos papos e alojamentos ao longo do Mestrado. Valeu André Mendes, Nicholas Winterle Daudt e Gabrieli Afonso. Ao Zé (soltaaaa gurizinhooo) e à galera do surf legend's do T Murilo, Ceará e Guilherme.

À Dra. Carla Suertegaray Fontana, por aceitar a orientação e por abrir as portas do laboratório de Ornitologia.

Ao Me. Maurício Tavares, que ao longo dessa jornada acadêmica tornou-se um amigo e foi fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

À Dra. Roberta Aguiar dos Santos, pela ajuda com a identificação dos cefalópodes e por topar essa empreitada mais uma vez.

Ao Rodrigo Machado pela ajuda com os otólitos e pela troca de ideias sobre o trabalho.

À Camila Camargo pela parceria e pelo auxílio com a busca de artigos acadêmicos.

A todos aqueles que participaram dos monitoramentos de beira de praia e auxiliaram na coleta dos exemplares utilizados no trabalho. Ao pessoal do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos (CECLIMAR) pelo apoio com a logística

do trabalho, abrindo as portas do centro nos finais de semana e dando todo o suporte estrutural necessário. Ao pessoal do Laboratório de Ornitologia da PUCRS, ao Miguel Machado pelas inúmeras consultas em relação ao MEV e ao Dr. Arno Lise por abrir as portas do seu laboratório e disponibilizar o material.

Ao professor Luiz Ernani e todo o pessoal dos laboratórios de química da PUCRS, pelo auxílio com a preparação de material e por disponibilizar toda a estrutura necessária para identificação dos polímeros.

A Dra. Ruth Marlene Campomanes que foi quem me ensinou pela primeira vez como identificar os polímeros e plantou essa ideia na minha cabeça.

Ao Programa de Excelência Acadêmica da Capes (ProEx) pela concessão do auxílio de custo para a minha viagem até Itajaí para identificação dos bicos de cefalópodes.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por conceder a bolsa de Mestrado e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) por toda a infraestrutura disponibilizada ao longo do curso.

RESUMO

As espécies de aves da ordem Procellariiformes desempenham um importante papel como consumidores de topo de pirâmide alimentar em ecossistemas marinhos, pois apresentam ampla distribuição geográfica e populações usualmente abundantes. Para analisar o conteúdo gastrointestinal de petréis foram coletados cadáveres encontrados em monitoramentos de praia (n=134) entre o município de Torres (29°21'S, 49°44'O) e o Farol de Mostardas (31°14'S, 50°54'O), Rio Grande do Sul (RS), Brasil, de outubro de 2009 a maio de 2015. Também foram utilizados espécimes que vieram a óbito no Centro de Reabilitação de Animais Silvestres e Marinhos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As espécies estudadas foram *Puffinus gravis* (n=21), *Procellaria aequinoctialis* (n=32), *Calonectris borealis* (n=34) e *Pterodroma incerta* (n=61). Indivíduos desta última espécie foram coletados após a passagem do Ciclone Catarina, que atingiu a costa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em 2004. Os itens alimentares das quatro espécies foram constituídos principalmente de bicos de cefalópodes, otólitos e cristalinos de peixes. Nas quatro espécies de aves o ventrículo foi a cavidade que apresentou o maior percentual de itens alimentares com 91,8% em *P. gravis*, 81,3% em *P. aequinoctialis*, 93,9% em *P. incerta* e 83,2% em *C. borealis*. Com relação aos resíduos poliméricos, a mesma cavidade apresentou o maior percentual de frequência de ocorrência desses materiais com 84,4%, 68,7%, 98,3% e 94,2% em *P. gravis*, *P. aequinoctialis*, *P. incerta* e *C. borealis*, respectivamente. Dentre os resíduos poliméricos encontrados o polietileno de alta densidade (PEAD), o polietileno de baixa densidade (PEBD), o polipropileno (PP) e o politereftalato de etileno (PET), apresentaram os maiores percentuais de frequência de ocorrência e numérica. Dentre os cefalópodes consumidos, aqueles pertencentes à subordem Oegopsida apresentaram os maiores percentuais de frequência de ocorrência e numérica. Essa subordem abrange um grande número de famílias, em sua maioria de espécies oceânicas e que habitam grandes profundidades. Cefalópodes pelágicos podem ser consumidos ao flutuarem após a morte ou devido ao descarte de vísceras de peixes de profundidade, pela pesca de espinhel. Não foi possível identificar os peixes consumidos por *P. incerta* pois os otólitos estavam muito desgastados. Nas demais espécies de petréis todos os peixes consumidos e que puderam ser identificados, são abundantes na região costeira e na plataforma continental do RS. A maioria das espécies de teleósteos consumidos por essas aves constituem parte do descarte da frota de pesca de arrasto no sul do Brasil, por serem capturadas acidentalmente ou por não terem valor comercial. Os testes gravimétricos realizados para identificação dos polímeros consumidos, indicaram que PEAD, PEBD e PP possuem baixa densidade e podem flutuar na água, reforçando a hipótese de que os Procellariiformes podem ingerir resíduos poliméricos confundindo-os com suas presas. O elevado consumo de material antrópico evidencia a degradação dos oceanos e preocupa do ponto de vista da conservação de espécies migratórias e ameaçadas.

Stomach contents of petrels (Aves: Procellariiformes) beached in the state of Rio Grande do Sul, Brazil: analysis of prey and polymeric items

ABSTRACT

The albatrosses and petrels of the order Procellariiformes play an important role as top predators in marine food webs as they are widespread and usually abundant. In order to analyze the digestive tracts of petrels we conduct beach surveys (n=134) searching for dead birds found between the cities of Torres (29°21'S, 49°44'W) and Mostardas (31°14'S, 50°54'W), Rio Grande do Sul State (RS), southern Brazil, from October 2009 to May 2015. Additionally, specimens that died in the Wildlife and Marine Rehabilitation Center of Federal University of Rio Grande do Sul were included. We analyze the digestive tract of *Puffinus gravis* (n=21), *Procellaria aequinoctialis* (n=32), *Calonectris borealis* (n=34) and *Pterodroma incerta* (n=61). Specimens of *P. incerta* were collected after the passage of Catarina Hurricane which hit the coast of Rio Grande do Sul and Santa Catarina states in 2004. Food items of the four species were mainly cephalopod beaks, fish otoliths and eye lenses. In all species, gizzard was the cavity showing the highest percentage of food items reaching 91.8% in *P. gravis*, 81.3% in *P. aequinoctialis*, 93.9% in *P. incerta* and 83.2% in *C. borealis*. The same cavity showed the highest percentage for frequency of occurrence of polymeric materials attaining 84.4%, 68.7%, 98.3% and 94.2% in *P. gravis*, *P. aequinoctialis*, *P. incerta* and *C. borealis*, respectively. Among the plastic fragments, high density polyethylene (HDPE), low density polyethylene (LDPE), polypropylene (PP) and polyethylene terephthalate (PET) shown the highest percentage of occurrence and numerical frequencies. Among the consumed cephalopods, those belonging to the Oegopsida suborder were the most important cephalopods encountered in the diet. This suborder includes a large number of families, with mostly oceanic species that inhabit great depths. Pelagic cephalopods can be ingested by seabirds through post-spawning die-offs events (when they float), and by eating long-line fisheries discharge (when they catch pelagic and oceanic fishes). We could not identify the fish consumed by *P. incerta* because the otoliths were worn. In the other petrels studied, all fish consumed and that could be identified are abundant in the coastal and continental shelf platform of RS. Most teleost species present in the stomach contents of these birds are trawling fisheries discards in southern Brazil, as they are incidentally caught or for not having commercial value. Gravimetric tests used to identify the consumed polymers indicated that HDPE, LDPE and PP have low densities and can float on water, reinforcing the hypothesis that Procellariiformes can ingest plastic residues confounding it with prey. The high consumption of manufactured materials highlights the degradation of the oceans and is an important concern for migratory and endangered species conservation.

INTRODUÇÃO

As aves marinhas migratórias podem fornecer importantes informações a respeito da qualidade ambiental de diferentes regiões ao longo de suas rotas de deslocamento (Furness e Camphuysen 1997; Zöckler 2005; Guilford et al. 2009). Por terem uma ampla distribuição geográfica e populações usualmente abundantes, as espécies de aves da ordem Procellariiformes (albatrozes e petréis) desempenham um importante papel como consumidores de topo de pirâmide alimentar em ecossistemas pelágicos marinhos (Prince e Morgan 1987).

A variação da produtividade biológica na superfície do oceano e as variações sazonais do tempo fazem com que os Procellariiformes realizem extensivas migrações anuais, buscando os locais mais produtivos e climas favoráveis em diferentes partes do oceano ao longo de suas rotas migratórias. No Atlântico Sul Ocidental, a região sul do Brasil é uma importante área de alimentação de diversas espécies de aves marinhas. Um dos fatores responsáveis por essa considerável concentração de aves é a alta produtividade biológica, especialmente no inverno, quando ocorre a penetração de um ramo costeiro da Corrente das Malvinas com a presença de águas frias e ricas em matéria orgânica vindas do sul, junto com o aporte de matéria orgânica de grandes estuários caracterizando uma zona de alta produtividade primária dentro da Convergência Subtropical (Vooren e Fernandes 1989; Seeliger et al. 1998).

O Rio Grande do Sul (RS), estado mais austral do Brasil, abriga a maior diversidade e abundância de aves marinhas do país. Dentre os Procellariiformes, o RS abriga cerca de 76% das espécies registradas para o Brasil (Bencke et al. 2010; Piacentini et al. 2015).

A alimentação das espécies durante seus movimentos migratórios é fundamental para o seu retorno às colônias de nidificação (Weimerskirch e Lys 2000). Grande parte dos estudos acerca da dieta das aves marinhas tem sido realizada nessas colônias, visto que nesses locais os indivíduos estão geralmente mais concentrados e acessíveis (Prince e Morgan 1987; Cooper et al. 1992; Berrow e Croxall 1999; Barret et al. 2007). Assim, pouco se sabe sobre a alimentação desses animais em outras etapas das suas rotas migratórias. (Colabuono e Vooren 2007; Petry et al. 2008). Estudos que analisaram os hábitos alimentares de albatrozes e petréis encontraram, principalmente, restos de cefalópodes e peixes no trato gastrointestinal destas aves. Os cefalópodes são apontados

como principal item alimentar, seguido de peixes (Klages e Cooper 1997; Colabuono e Vooren 2007; Petry et al. 2008). Apesar da importância ecológica das águas do sul do Brasil, em especial do RS, para as populações de Procellariiformes, estudos que analisaram a dieta e a ingestão de resíduos antrópicos dessas aves nessa região ainda são escassos (Petry e Fonseca 2002; Colabuono e Vooren 2007; Petry et al. 2008; Colabuono et al. 2009; Colabuono et al. 2010).

A poluição decorrente do descarte de plástico atinge as áreas mais remotas do planeta, incluindo a superfície do oceano (Cózar et al. 2014). Os plásticos chegam até o oceano oriundos de diversas fontes como, por exemplo, o descarte por embarcações, lixo deixado por banhistas ou carregados por rios (Horsman 1982; Pruter 1987; Gregory 1991) interferindo diretamente na alimentação e na sobrevivência das aves (Blight e Burger 1997; Pierce et al. 2004; Colabuono et al. 2009). Embora muitas espécies de aves marinhas consumam acidentalmente materiais plásticos, os Procellariiformes estão entre os grupos mais afetados por esse tipo de poluição e apresentam alta frequência na ingestão de resíduos antrópicos (Furness 1985; Spear et al. 1995; Colabuono e Vooren 2007; Petry et al. 2008; Colabuono et al. 2009; Jiménez et al. 2015). Além das aves marinhas, outros animais marinhos também são afetados devido ao consumo de resíduos antrópicos, como tartarugas, mamíferos e peixes (Azzarello e Van Vleet 1987; Laist 1997; Tourinho et al. 2009; Possatto et al. 2011). Trabalhos realizados no litoral brasileiro, analisando os resíduos sólidos encontrados no trato gastrointestinal de Procellariiformes, classificaram os itens levando em consideração apenas as características mecânicas e a coloração (*e.g.* Colabuono et al. 2009; Barbieri 2009).

Estudos sobre a extensão dos efeitos da ingestão de resíduos antrópicos sugerem que pode haver obstrução intestinal, redução no volume funcional do aparelho digestório, diminuição do estímulo alimentar e redução da eficiência digestiva o que pode afetar a reserva de energia durante a migração (Petit et al. 1981; Connors e Smith 1982; Ryan 1988; Spear et al. 1995; Pierce et al. 2004). Além dos danos fisiológicos decorrentes da ingestão, resíduos poliméricos também podem estar associados a poluentes orgânicos e bifenilos policlorados (PCBs) os quais podem afetar o metabolismo das aves (Tanabe et al. 2004; Colabuono et al. 2010).

Apesar da grande diversidade de Procellariiformes que ocorrem na costa do Rio Grande do Sul, muitos aspectos sobre a biologia e ecologia dessas espécies são desconhecidos. Nesse sentido, o aumento do conhecimento acerca da ecologia alimentar

de aves marinhas no litoral desse estado, bem como do impacto antrópico sobre espécies tão suscetíveis a mudanças no meio, como os Procellariiformes, é fundamental para subsidiar políticas públicas e estratégias de conservação das espécies e de seus habitats. Em virtude do uso de uma metodologia diferenciada para classificação dos resíduos antrópicos, este estudo também contribuirá com o refinamento da classificação dos materiais poliméricos ingeridos.

OBJETIVO GERAL

Caracterizar a dieta de petréis (Procellariiformes) migratórios, durante as suas passagens ao longo da costa do Rio Grande do Sul, destacando a importância desta região para a conservação destas espécies.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a frequência de ocorrência, a frequência numérica e a composição dos itens alimentares e dos materiais poliméricos ingeridos por *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Pterodroma incerta* e *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul;

- Caracterizar por meio de ensaios físicos, mecânicos e químicos os materiais poliméricos ingeridos por *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Pterodroma incerta* e *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul;

- Discutir se há relação entre os diferentes materiais poliméricos ingeridos por *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Pterodroma incerta* e *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul, com a atual produção industrial desses materiais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul, é uma área praticamente retilínea e estende-se por aproximadamente 620km, desde Torres, ao norte, até a desembocadura do Arroio Chuí, ao sul (Barboza et al. 2009). Essa planície é dividida em três porções, sendo elas: Litoral Norte (de Torres ao Balneário Pinhal com 120km), Litoral Médio (de Quintão a São José do Norte com 290km) e Litoral Sul (de Rio Grande ao Chuí com 210km) (FEPAM 2012).

Coleta de dados

Entre outubro de 2009 e maio de 2015, foram realizados 134 monitoramentos de praia pela equipe do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECLIMAR/IB/UFRGS), com apoio do Grupo de Estudos de Mamíferos Aquáticos do Rio Grande do Sul (GEMARS), entre os municípios de Torres (29°21'S, 49°44'O) e o Farol de Mostardas (31°14'S, 50°54'O) (Figura 1). Nesses monitoramentos, a pós praia foi totalmente varrida desde a zona de *swash* até o pé da duna, onde foram coletados os cadáveres das aves para posterior análise. A largura de praia é variável ao longo da área de estudo e apresenta aproximadamente 125km de extensão entre Torres e o Farol de Mostardas. Também foram utilizados os espécimes que vieram a óbito no Centro de Reabilitação de Animais Silvestres e Marinhos (CERAM) do CECLIMAR/IB/UFRGS, somente quando o histórico completo de reabilitação do indivíduo era conhecido (alimento fornecido durante a reabilitação).

Os espécimes de *Pterodroma incerta* foram coletados após a passagem do ciclone Catarina que atingiu a costa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em 28 de março de 2004 (Bugoni et al. 2007), sendo que os exemplares estavam congelados até serem utilizados no presente trabalho.

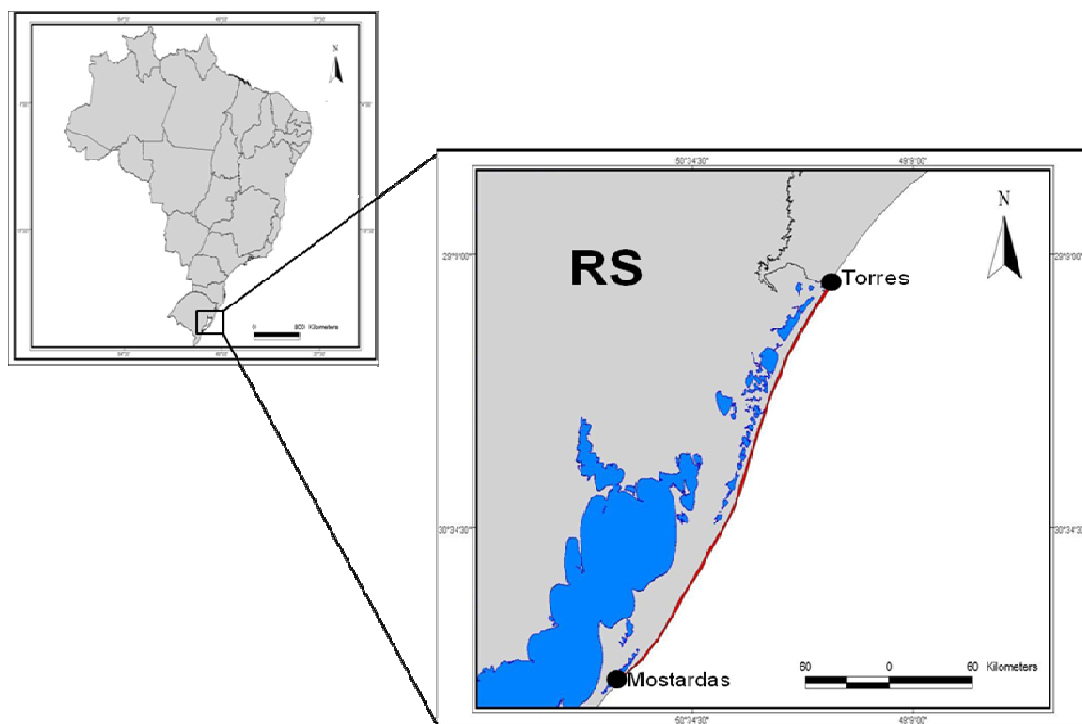


Figura 1: Área de estudo: em destaque a área monitorada no Litoral do Rio Grande do Sul para coleta das carcaças, a exceção de *Pterodroma incerta*. As extremidades norte (Torres) e sul (Farol de Mostardas) dos monitoramentos também estão destacadas.

Espécies foco do estudo

Ao menos 15 espécies de petréis da família Procellariidae ocorrem ao longo da costa do Rio Grande do Sul (Belton 2002; Bencke et al. 2010). Entre elas estão as quatro espécies alvo deste estudo: o bobo-grande-de-sobre-branco, *Puffinus gravis* (O’Reilly 1818); a pardela-preta, *Procellaria aequinoctialis* (Linnaeus 1758); a grazina-de-barriga-branca, *Pterodroma incerta* (Schlegel 1863) e o bobo-grande, *Calonectris borealis* (Cory 1881) (Bencke et al. 2010).

O bobo-grande-de-sobre-branco (*P. gravis*) distribui-se ao longo dos Oceanos Atlântico e Índico, nidifica nas ilhas Nightingale, Inaccessible (Tristão da Cunha), Kidney (Falklands) e Gough (Figura 2). Realiza migração transequatorial, entre abril e outubro, movendo-se a noroeste da América do Sul até o Canadá, passando pela Groenlândia e no nordeste do Atlântico antes de retornar ao sul, entre outubro e novembro, para os sítios reprodutivos (Onley e Scofield 2007). Ocorre sobre a plataforma continental do Rio Grande do Sul ao longo do ano, sendo abundante de outubro a maio (Vooren e Fernandes 1989). Atualmente, *P. gravis* está classificada na categoria de “Menor Preocupação – LC” (*Least Concern*) pela União Mundial para a

Conservação da Natureza (IUCN), devido à sua ampla distribuição geográfica e ao grande tamanho de suas populações (Birdlife International 2012).



Figura 2: Bobo-grande-de-sobre-branco (*Puffinus gravis*).

A pardela-preta (*P. aequinoctialis*) possui distribuição circumpolar ao longo de todo o oceano austral, no Oceano Atlântico nidifica nas ilhas Falklands e South Georgia (Onley e Scofield 2007) (Figura 3). Migra para menores latitudes do hemisfério sul durante o inverno. Ocorre na área da plataforma continental do Rio Grande do Sul durante todo o ano, sendo uma das espécies mais abundantes de junho a setembro (Vooren e Fernandes 1989). Atualmente, *P. aequinoctialis* está classificada na categoria “Vulnerável – VU” (*Vulnerable*) pela União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN), devido às suspeitas de rápido declínio populacional, embora não existam muitas estimativas confiáveis acerca do histórico das populações. Apesar disso, as altas taxas de mortalidade acidental da espécie na pesca com espinhel e a degradação do seu habitat natural indicam um rápido e contínuo declínio populacional (Birdlife International 2015).



Figura 3: Pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*)

A grazina-de-barriga-branca (*P. incerta*) tem distribuição restrita ao Atlântico Sul, com registros esporádicos para o Oceano Índico (Figura 4). Realiza dispersão pela área abaixo do Trópico de Capricórnio, ao longo da Convergência Subtropical, sendo uma das aves mais abundantes nessa área. Nidifica no sul do Oceano Atlântico nas ilhas de Tristão da Cunha e Gough (Vooren e Fernandes 1989; Onley e Scofield 2007; Efe 2008). Atualmente, *P. incerta* está classificada na categoria “Em Perigo – EN” (*Endangered*) pela União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN), pois apresenta sucesso reprodutivo extremamente baixo devido à predação de filhotes por ratos introduzidos nas ilhas, o que tem levado a um declínio populacional acentuado da espécie (Birdlife International 2015).



Figura 4: Grazina-de-barriga-branca (*Pterodroma incerta*).

O bobo-grande (*C. borealis*) realiza migração transequatorial de novembro a maio nos oceanos Atlântico e Índico e ocorre do Brasil até a Argentina, no Atlântico Sul Ocidental (Figura 5). Nidifica de maio até o início de junho nas ilhas de Berlengas, Madeira, Desertas, Salvages, Açores e Canárias (Onley e Scofield 2007). Atualmente, *C. borealis* está classificada na categoria de “Menor Preocupação –LC” (*Least Concern*) pela União Mundial para a Conservação da Natureza (IUCN), devido à sua ampla distribuição e às pequenas taxas de diminuição populacional (Birdlife International 2015).



Figura 5: Bobo-grande (*Calonectris borealis*). (Fonte: www.wikiaves.com.br)

Análise do conteúdo gastrointestinal

Os indivíduos encontrados em baixo grau de decomposição foram criteriosamente identificados e fotografados e, de acordo com suas condições, os mesmos foram verificados quanto ao sexo e medidos externamente, conforme protocolo padrão (Sick 1997). As necropsias foram realizadas nos laboratórios do CECLIMAR/IB/UFRGS, sendo o trato gastrointestinal dos exemplares removido inteiro e congelado para posterior triagem.

O trato gastrointestinal dos Procellariiformes é constituído por quatro câmaras: esôfago, pró-ventrículo, ventrículo e intestino (Warham 1990). Cada uma das partes foi investigada separadamente e seu conteúdo foi lavado em água corrente, em uma peneira com malha de 0,4 mm.

O conteúdo presente no trato gastrointestinal foi preservado em recipientes contendo álcool 70%, ou a seco. Em laboratório, com o auxílio de uma lupa, os conteúdos de cada trato foram separados nas seguintes categorias: itens alimentares (bicos de cefalópodes, otólitos e cristalinos de peixes e cefalópodes) e resíduos poliméricos. Os bicos de cefalópodes e os cristalinos foram mantidos em álcool 70%, os otólitos dos peixes e os resíduos poliméricos foram conservados a seco.

As presas foram identificadas até o menor nível taxonômico possível a partir das estruturas mais resistentes ao processo digestivo, como os bicos de cefalópodes e os otólitos *sagitta* dos peixes. Os otólitos foram identificados com auxílio de guias de identificação disponíveis na literatura e do acervo digital da Coleção de Otólitos de Peixes Teleósteos da Região Sudeste-Sul do Brasil (COSS-Brasil) (Rossi-Wongtschowski et al. 2014; Rossi-Wongtschowski et al. 2015). Os bicos de cefalópodes foram identificados pela Dra. Roberta Aguiar dos Santos com o auxílio da coleção de referência de cefalópodes do Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Sudeste e Sul do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (CEPSUL/ ICMBio).

Em cada trato, o número de peixes ingeridos foi determinado pela contagem dos otólitos (direito ou esquerdo) e dos cristalinos (pares e avulsos), sendo o maior número de otólitos, ou de cristalinos, considerado como o número de peixes ingeridos. O número de cefalópodes ingeridos foi determinado pela contagem dos bicos superiores e inferiores, o maior número de bicos encontrados foi considerado como o número de cefalópodes ingeridos. Alguns bicos estavam muito danificados, restando apenas estruturas incompletas (*e.g.* pertencentes à Subordem Oegopsida). Nesses casos os bicos foram contabilizados e foi feita apenas uma medida da ponta do rostro.

As medidas dos otólitos e dos bicos de cefalópodes foram feitas sob lupa (microscópio estereoscópico) com ocular micrométrica, com precisão de 0,1mm. O comprimento total (CT) e a massa (M) dos peixes foram estimados a partir das medidas do comprimento total (Cot) dos otólitos *sagitta*. Para as estimativas de comprimento do manto (CM) e massa (M) dos cefalópodes, foram utilizadas as medidas de comprimento do rostro do bico inferior (CRI – comprimento rostral inferior) e superior (CRS – comprimento rostral superior) para lulas e do escudo inferior (CEI – comprimento do escudo inferior) e superior (CES – comprimento do escudo superior) para polvos (Figura 6).

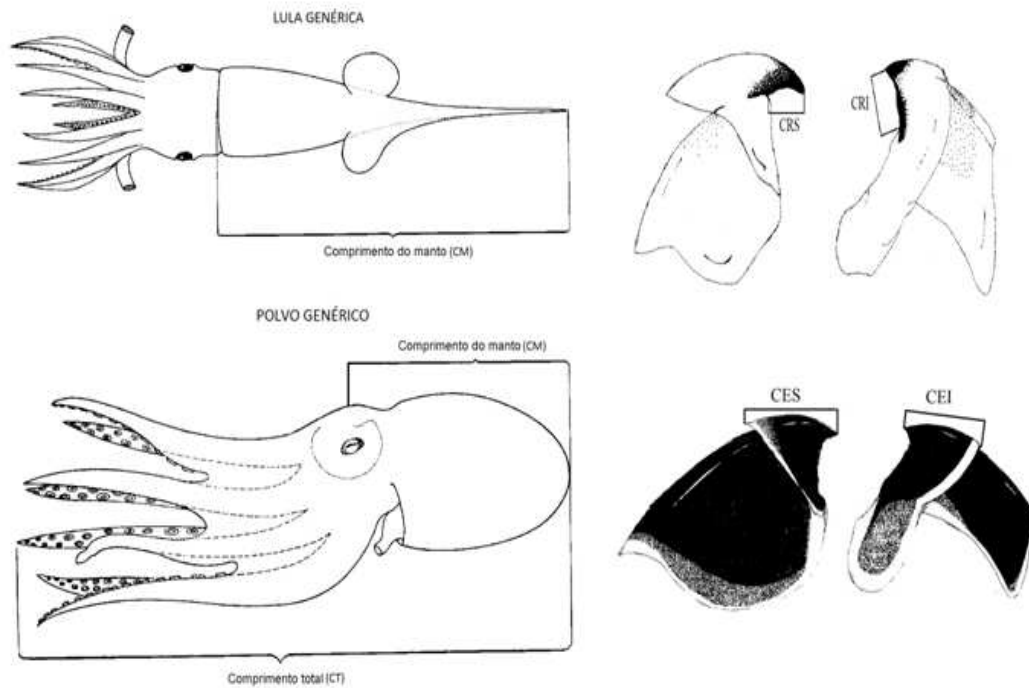


Figura 6: Medidas utilizadas para estimar o comprimento do manto (CM) e massa (M) de lulas e polvos; para lulas o CRI (comprimento rostral inferior) e CRS (comprimento rostral superior) e para polvos o CEI (comprimento do escudo inferior) e CES (comprimento do escudo superior). Fonte: Adaptado de Santos (1999)

Todas as estimativas de tamanho e massa das presas foram calculadas a partir de equações de regressão presentes na literatura (Tabela 1).

Tabela 1: Equações de regressão utilizadas para o cálculo do comprimento total (CT) dos peixes e comprimento do manto (CM) dos cefalópodes e massa (M) das espécies de peixes e cefalópodes ingeridas, com base no comprimento do otólito (Cot) para os peixes, no comprimento do rostro do bico superior (CRS) e comprimento do rostro do bico inferior (CRI) para as lulas, e no comprimento do escudo superior (CES) e comprimento do escudo inferior (CEI) para os polvos.

PEIXES	ESPECIES	CT ou CM	M
	<i>Trichiurus lepturus</i> ²	CT= -171,424+176,718Cot	M= 2,141 (10 ⁻⁸)CT ^{3,477}
	<i>Paralanchurus brasiliensis</i> ¹	CT= 15,631357Cot ^{1,192579}	M= 8,8310686(10 ⁻⁷)CT ^{3,458188}
	<i>Cynoscion guatucupa</i> ¹	CT= 12,719507Cot ^{1,22121}	M= 0,0000028CT ^{3,2433257}
	<i>Cynoscion jamaicensis</i> ¹	CT= -34,07+22,425(Cot)	M= 0,0000047(CT ^{3,166241})
	<i>Micropogonias furnieri</i> ¹	CT= 16,434024Cot ^{1,158209}	M= 0,0000019CT ^{3,3303687}
	<i>Stellifer rastrifer</i> ¹	CT= 15,042305Cot ^{1,4217153}	M= 7,2182324(10 ⁻⁷)CT ^{3,597134}
	<i>Umbrina canosai</i> ²	CT= -68,42+33,49Cot	M= 1,09(10 ⁻⁵)Cot ^{3,044}
	<i>Porichthys porosissimus</i> ²	CT= -8,335+26,734Cot	M= 6,1769(10 ⁻⁶)Cot ^{3,0948}
	<i>Ctenosciaena gracilicirrus</i> ²	CT= -0,543+20,37Cot	M= 5,242(10 ⁻⁶)CT ^{3,19}
CEFALÓPODES			
	<i>Argonauta nodosa</i> ³	CM= 9,5338xCEI ^{1,2314}	M= 0,2593xCEI ^{3,1856}
		CM= 4,9237xCES ^{1,2933}	M= 0,0377xCES ^{3,4949}
	<i>Octopus tehuelchus</i>	CM= 26,866xCEI ^{1,1755}	M= 6,315xCEI ^{3,2365}
	<i>Doryteuthis plei</i> ³	CM= 75,698xCRI ^{1,5038}	M= 10,6xCRI ^{3,3691}
		CM= 68,766xCRS ^{1,3594}	
	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i> ⁴	CM= 13,173e ^{1,109CRI}	M= 0,2768e ^{2,659CRI}
		CM= 13,546e ^{1,211CRS}	M= 0,3408e ^{2,766CRS}
	<i>Chroteuthis veranyi</i> ⁵	CM= 11,4+24,46xCRI	InM= -0,241+27xlnCRI
			InM= -0,068+3,5xCRI
	<i>Abralia veranyi</i> ³	CM= 27,144xCRI-0,9928	M= 1,6046xCRI ^{2,7466}
		CM= 31,2xCRS-1,2006	M= 2,3255xCRS ^{2,8339}
	<i>Histioteuthis corona</i> ⁶	CM= 27,040852xCRI-20,45736	M= 1,1256614xCRI ^{3,6719443}
		CM= 33,1976711xCRS-34,8903962	M= 2,2919295xCRS ^{3,3009439}
	<i>Histioteuthis sp.</i> ⁵	CM= -13,6+22,21xCRI	M= 4,9234xCRI ^{2,31}
	<i>Moroteuthis robsoni</i> ⁵	-	InM= -0,068+3,5xlnCRI

¹ Naves (1999)

² Bugoni (2004)

³ Santos (1999)

⁴ Santos e Haimovici (1998)

⁵ Clarke (1986)

⁶ CEPSUL

Para determinar a importância de cada uma das presas foram calculados os seguintes índices, conforme Hyslop (1980):

1. Frequência de ocorrência (%FO) = N° de estômagos contendo a espécie “x” / N° total de estômagos x 100

2. Frequência numérica (%FN) = N° total de presas da espécie “x” / N° total de presas x 100

A importância de cada presa foi determinada através do índice de importância relativa (IIR) (Pinkas et al. 1971), definido como:

$IIR = (\% N + \% \text{Biomassa}) \times (\% FO)$, onde:

N = Frequência numérica

Biomassa = Biomassa estimada das presas

FO = Frequência de Ocorrência

O IIR não pôde ser calculado para os cefalópodes, pois boa parte da amostra estava em avançado grau de desgaste impossibilitando sua identificação até o nível de espécie e o cálculo das equações de regressão.

O teste de significância estatística utilizado foi o teste-U de Mann-Whitney (opção não-paramétrica para teste t com amostras independentes) (programa R versão 3.2.2). Os materiais poliméricos encontrados, quando identificados, foram classificados e quantificados em polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP), politereftalato de etileno (PET), policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS) através de ensaios físico-químicos, tais como densidade, solubilidade, características de queima e aspecto físico (Manrich et al. 1997). Também foram calculadas as frequências de ocorrência (%FO) e numérica (%FN) para os materiais poliméricos encontrados. O fluxograma (Figura 7) resume o passo-a-passo da caracterização.

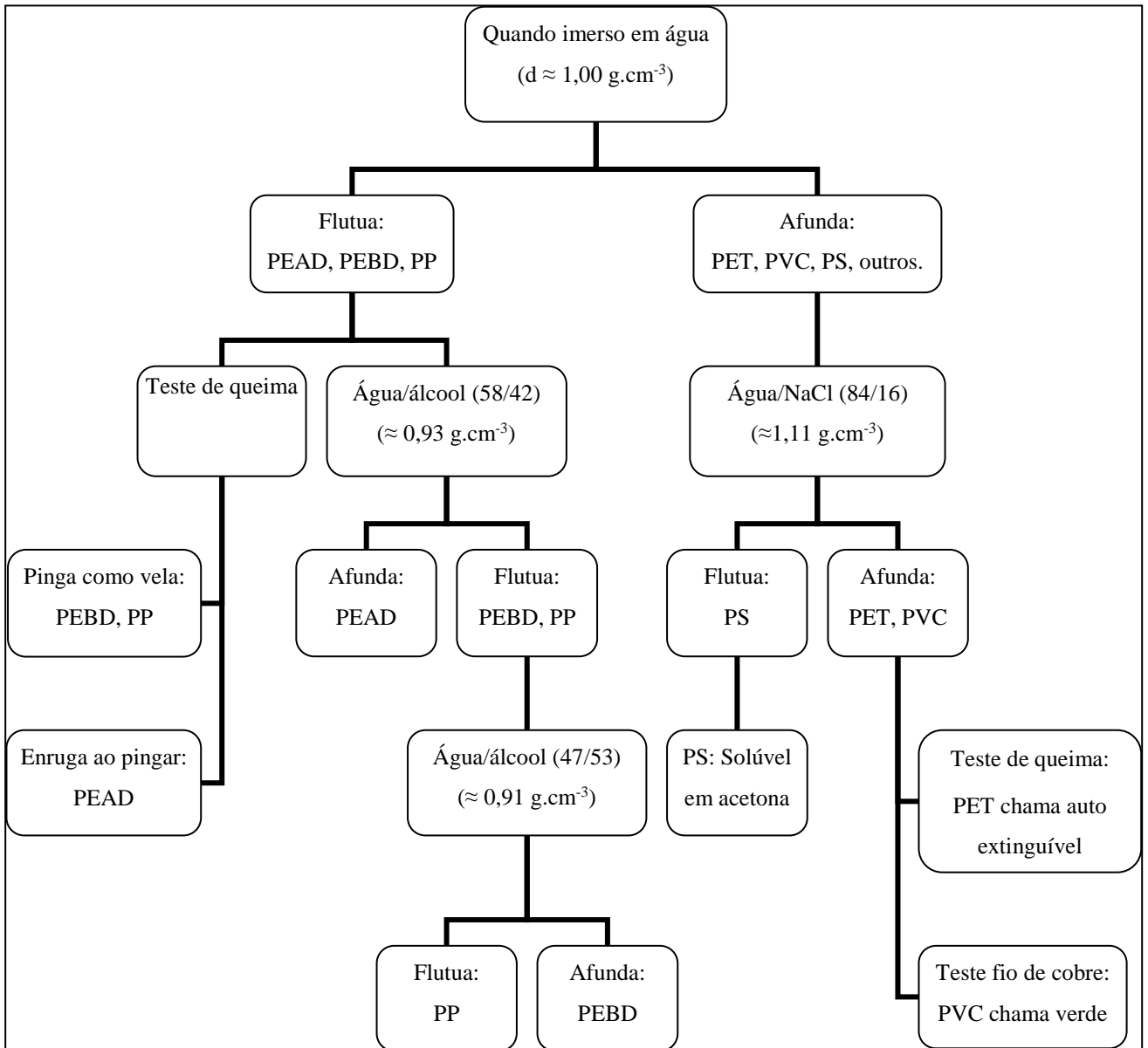


Figura 7: Fluxograma de caracterização do material polimérico, PEAD (Polietileno de Alta Densidade), PEBD (Polietileno de Baixa Densidade), PP (Polipropileno), PET (Politereftalato de etileno), PVC (Policloreto de vinila) e PS (Poliestireno). Fonte: Adaptado de (Piva e Wiebeck 2004; Spinacé e De Paoli, 2005)

RESULTADOS

Ao total foram dissecados 148 espécimes: 21 *Puffinus gravis*, 32 *Procellaria aequinoctialis*, 61 *Pterodroma incerta* e 34 *Calonectris borealis*.

Os itens alimentares presentes nos tratos gastrointestinais das quatro espécies foram constituídos principalmente de otólitos, cristalinos de peixes e bicos de cefalópodes. Em todas as espécies, o ventrículo foi a cavidade que apresentou o maior percentual de itens alimentares com 91,8% em *P. gravis*, 81,3% em *P. aequinoctialis*, 93,9% em *P. incerta* e 83,2% em *C. borealis*. Consequentemente o esôfago e o intestino foram as cavidades que apresentaram as menores quantidades de itens alimentares. Foi encontrado um bico de cefalópode no esôfago de um indivíduo de *P. incerta* e dois bicos no intestino de outro indivíduo da mesma espécie.

Os cefalópodes foram os itens alimentares com a maior frequência de ocorrência nas quatro espécies, seguidos pelos peixes. A ocorrência de peixes foi significativamente menor do que a de cefalópodes em todas as espécies estudadas: *P. gravis* (U=35,5; p<0,001), *P. aequinoctialis* (U=80,5; p<0,001), *P. incerta* (U=59,5; p<0,001), *C. borealis* (U=44; p<0,001). Todos os tratos com a presença de peixes também continham cefalópodes, exceto por um indivíduo de *P. gravis* (Tabela 2).

Tabela 2: Percentual de frequência de ocorrência (%FO) de peixes (P), cefalópodes (C) e ambos (P+C) encontrados nos tratos gastrointestinais de indivíduos de *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul e de *Pterodroma incerta* coletados após a passagem do Ciclone Catarina em março de 2004.

Espécie	P (%FO)	C (%FO)	P + C (%FO)
<i>Puffinus gravis</i>	19,05	90,48	14,29
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	51,61	100	51,61
<i>Pterodroma incerta</i>	22,95	100	22,95
<i>Calonectris borealis</i>	18,18	96,97	18,18
Média	27,95	96,86	26,22

Os bicos que foram identificados como pertencentes à Subordem Oegopsida, representaram 94% do total da amostra. No entanto estavam muito danificados, restando apenas estruturas incompletas, nesse sentido os bicos foram contabilizados e foi feita

uma medida da ponta do rostró, mesmo que não possa ser usada em equações de regressão (Tabela 3).

Tabela 3: Número de bicos de cefalópodes inferiores (I) e superiores (S), comprimento máximo e mínimo (mm), média e desvio padrão (DP), identificados como pertencentes à Subordem Oegopsida, encontrados nos tratos gastrointestinais de indivíduos de *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul e de *Pterodroma incerta* coletados após a passagem do Ciclone Catarina em março de 2004.

Espécie	Número de bicos		Máximo		Mínimo		Média		DP	
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
	<i>Puffinus gravis</i>	104	88	2,5	7,2	0,2	0,6	0,91	3,07	0,58
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	244	238	3,5	8,5	0,2	0,8	1,23	3,04	0,64	1,12
<i>Pterodroma incerta</i>	686	383	5,0	10,0	0,2	0,6	0,90	2,63	0,62	1,15
<i>Calonectris borealis</i>	269	111	3,2	8,0	0,1	0,4	0,64	2,23	0,42	1,20

Composição específica dos itens alimentares ingeridos

Bobo-grande-de-sobre-branco (*Puffinus gravis*)

Foi encontrado um total de 233 itens alimentares, sendo 218 bicos de cefalópodes, seis otólitos e nove cristalinos de peixes. Esses itens representam um mínimo de 145 presas ingeridas, sendo 137 espécimes de cefalópodes (94,48%) e oito de peixes (5,52%). Os cefalópodes foram o grupo mais importante dentre os itens alimentares, com as maiores frequências de ocorrência e numérica (Tabela 4).

Tabela 4: Percentual de frequência de ocorrência (%FO), percentual de frequência numérica (%FN) e índice de importância relativa (IIR) das presas encontradas nos tratos gastrointestinais de 21 espécimes de *Puffinus gravis*, cotleados no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. NI = Não identificado

PRESAS		%FO	%FN	IIR
Peixes				
	Sciaenidae			
	<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	4,76	0,7	315,4
	<i>Cynoscion guatucupa</i>	4,76	0,7	11,9
	Trichiuridae			
	<i>Trichiurus lepturus</i>	4,76	0,7	158,6
	Não identificados	-	3,4	-
Cefalópodes				
	Argonautidae			
	<i>Argonauta nodosa</i>	9,5	2,8	-
	<i>Argonauta</i> sp.	4,8	0,7	-
	Histioteuthidae			
	<i>Histioteuthis</i> sp.	14,3	2,1	-
	Chiroteuthidae			
	<i>Chiroteuthis veranyi</i>	4,8	1,4	-
	Enoploteuthidae			
	<i>Abralia veranyi</i>	4,8	1,4	-
	Octopodinae			
	<i>Octopus tehuelchus</i>	4,8	0,7	-
	Octopodidae			
	NI	4,8	0,7	-
	Oegopsida			
	NI	90,5	84,8	-

Do total de itens alimentares sete puderam ser identificados até o nível de espécie, sendo três peixes e quatro cefalópodes. O comprimento do manto dos cefalópodes teve média de 46,20 mm e a massa corporal destes teve média de 25,23 g. Para os peixes a média do comprimento total foi de 271,89 mm e massa média de 59,90 g (Tabela 5).

Tabela 5: Comprimento total (CT) dos peixes ou comprimento do manto (CM) dos cefalópodes em milímetros (mm) e massa em gramas (g) dos peixes e cefalópodes consumidos por *Puffinus gravis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil.

PRESAS	CT/CM (mm)			MASSA (g)			N
	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	
PEIXES TOTAL	271,9	74,1	518,0	59,9	3,2	117,8	3
<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	223,6	-	-	117,8	-	-	1
<i>Cynoscion guatucupa</i>	74,1	-	-	3,2	-	-	1
<i>Trichiurus lepturus</i>	518,0	-	-	58,6	-	-	1
CEFALÓPODES TOTAL	46,2	16,1	109,2	25,2	0,9	135,5	137
<i>Argonauta nodosa</i>	19,6	16,1	25,8	1,7	0,9	3,3	4
<i>Argonauta</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1
<i>Histioteuthis</i> sp.	66,4	53,0	79,7	98,9	62,3	135,5	3
<i>Chiroteuthis veranyi</i>	97,0	84,8	109,2	24,2	15,3	33,2	2
<i>Abralia veranyi</i>	31,6	26,9	36,2	2,8	1,7	3,9	2
<i>Octopus tehuelchus</i>	39,9	-	-	18,8	-	-	1
Octopodidae	-	-	-	-	-	-	1
Oegopsida	-	-	-	-	-	-	123

Os peixes identificados pertencem as famílias Trichiuridae e Sciaenidae e são demersais. Entre os cefalópodes ocorreram espécies das famílias Argonautidae, Chiroteuthidae, Enoploteuthidae e Octopodidae.

Pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*)

Dos 32 tratos gastrointestinais analisados apenas um estava vazio, nos demais tratos foram encontrados um total de 691 itens alimentares, sendo 558 bicos de cefalópodes, 66 otólitos e 67 cristalinos de peixes. Esses itens representam um mínimo de 408 presas ingeridas, sendo 341 espécimes de cefalópodes (83,58%) e 67 de peixes (16,42%) (Tabela 6).

Tabela 6: Percentual de frequência de ocorrência (%FO), percentual de frequência numérica (%FN) e índice de importância relativa (IIR) das presas encontradas nos tratos gastrointestinais de 32 espécimes de *Procellaria aequinoctialis*, coletados no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. NI = Não identificado

PRESAS		%FO	%FN	IIR
Peixes				
	Sciaenidae			
	<i>Micropogonias furnieri</i>	3,1	0,3	65,4
	<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	15,6	2,9	669,7
	<i>Cynoscion guatucupa</i>	9,4	1,2	78,7
	<i>Cynoscion jamaicensis</i>	3,1	0,3	7,7
	<i>Umbrina canosai</i>	6,3	1,0	15,4
	<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	6,3	0,7	67,0
	Batrachoididae			
	<i>Porichthys porosissimus</i>	3,1	1,0	126,0
	Não identificados	-	8,1	-
Cefalópodes				
	Argonautidae			
	<i>Argonauta nodosa</i>	3,1	5,6	-
	<i>Argonauta sp.</i>	3,1	0,2	-
	Histioteuthidae			
	<i>Histioteuthis corona</i>	3,1	0,2	-
	<i>Histioteuthis sp.</i>	3,1	0,5	-
	Chiroteuthidae			
	<i>Chiroteuthis veranyi</i>	15,6	2,2	-
	Loliginidae			
	<i>Doryteuthis plei</i>	9,4	1,0	-
	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	18,8	3,4	-
	Ocythoidae			
	<i>Ocythoe tuberculata</i>	3,1	0,2	-
	Oegopsida			
	NI	96,9	70,1	-

Foi possível identificar 13 presas, sendo sete peixes e seis cefalópodes. O comprimento total médio dos peixes foi de 105,65 mm e a massa média reconstituída foi de 23,48 g. Nos cefalópodes o comprimento do manto teve média de 72,53 mm e a massa corporal média foi de 63,97 g (Tabela 7).

Tabela 7: Comprimento total (CT) dos peixes ou comprimento do manto (CM) dos cefalópodes em milímetros (mm) e massa em gramas (g) dos peixes e cefalópodes consumidos por *Procellaria aequinoctialis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil.

PRESAS	CT/CM (mm)			MASSA (g)			N
	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	
PEIXES TOTAL	105,6	38,5	232,3	23,5	0,39	136,6	34
<i>Micropogonias furnieri</i>	228,6	-	-	136,6	-	-	1
<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	100,7	42,7	182,4	17,6	0,4	58,2	15
<i>Cynoscion guatucupa</i>	83,3	53,4	159,1	9,5	1,1	38,8	5
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	112,1	-	-	14,5	-	-	1
<i>Umbrina canosai</i>	55,1	38,5	67,8	2,4	0,7	4,1	4
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	103,1	78,0	132,2	16,5	5,7	30,6	4
<i>Porichthys porosissimus</i>	173,1	98,3	232,3	65,0	9,1	129,7	4
CEFALÓPODES TOTAL	72,5	4,9	194,4	64,0	0,04	1150,1	341
<i>Argonauta nodosa</i>	13,6	4,9	20,4	0,7	0,04	1,8	23
<i>Argonauta</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1
<i>Histioteuthis corona</i>	164,5	158,0	170,9	1048,0	945,9	1150,1	1
<i>Histioteuthis</i> sp.	37,5	-	-	33,7	-	-	2
<i>Chroteuthis veranyi</i>	98,4	72,6	123,9	25,8	9,3	48,4	9
<i>Doryteuthis plei</i>	134,1	64,3	186,6	45,3	7,9	83,8	4
<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	115,0	44,6	194,4	57,9	5,2	149,7	14
<i>Ocythoe tuberculata</i>	-	-	-	-	-	-	1
Oegopsida	-	-	-	-	-	-	286

Todos os peixes identificados são demersais, das sete espécies seis pertencem a família Sciaenidae e uma a família Batrachoididae. Entre os cefalópodes foram encontradas duas espécies de polvos das famílias Ocythoidae e Argonautidae e quatro espécies de lulas pertencentes as famílias Loliginidae, Chroteuthidae e Histiotteuthidae.

Grazina-de-barriga-branca (*Pterodroma incerta*)

Todos os tratos analisados continham itens alimentares totalizando 1183 itens, sendo 1090 bicos de cefalópodes, seis otólitos e 87 cristalinos de peixes. Esse total de itens representa um mínimo de 766 presas ingeridas, com 719 espécimes de cefalópodes (93,86%) e 47 de peixes (6,14%) (Tabela 8).

Tabela 8: Percentual de frequência de ocorrência (%FO) e percentual de frequência numérica (%FN) das presas encontradas nos tratos gastrointestinais de 61 espécimes de *Pterodroma incerta*, coletados após a passagem do Ciclone Catarina que atingiu a costa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em 28 de março de 2004. NI = Não identificado

PRESAS		%FO	%FN
Peixes			
	Não identificados	-	6,1
Cefalópodes			
	Histioteuthidae		
	<i>Histioteuthis</i> sp.	6,6	0,7
	Chiroteuthidae		
	<i>Chiroteuthis veranyi</i>	3,3	0,3
	<i>Chiroteuthis</i> sp.	1,6	0,1
	Loliginidae		
	<i>Doryteuthis plei</i>	1,6	0,1
	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	1,6	0,3
	Octopodidae		
	NI	1,6	0,1
	Ommastrephidae		
	NI	1,6	0,1
	Oegopsida		
	NI	100	92,2

Não foi possível identificar nenhuma espécie de peixe devido ao alto grau de desgaste dos otólitos, já para os bicos de cefalópodes foi possível identificar três espécies e chegar até o gênero de outras duas. O comprimento do manto médio dos cefalópodes foi de 66,18 mm e a massa média foi de 51,48 g (Tabela 9).

Tabela 9: Comprimento do manto (CM) em milímetros (mm) e massa em gramas (g) dos cefalópodes consumidos por *Pterodroma incerta*, coletados após a passagem do Ciclone Catarina que atingiu a costa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em 28 de março de 2004.

PRESAS	CM (mm)			MASSA (g)			N
	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	
CEFALÓPODES TOTAL	66,2	28,6	123,9	51,5	1,8	135,5	719
<i>Histioteuthis</i> sp.	59,2	30,8	79,7	84,5	24,4	135,5	5
<i>Chroteuthis veranyi</i>	114,1	104,4	123,9	38,6	28,9	48,4	2
<i>Chroteuthis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1
<i>Doryteuthis plei</i>	58,9	-	-	6,5	-	-	1
<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	39,2	28,6	49,8	4,3	1,8	6,7	2
Octopodidae	-	-	-	-	-	-	1
Ommastrephidae	-	-	-	-	-	-	1
Oegopsida	-	-	-	-	-	-	706

As lulas que puderam ser identificadas pertencem as famílias Loliginidae e Chroteuthidae.

Bobo-grande (*Calonectris borealis*)

Dos 34 tratos gastrointestinais analisados apenas um estava vazio, nos demais foram encontrados um total de 411 itens alimentares, sendo 392 bicos de cefalópodes, 13 otólitos e seis cristalinos de peixes. Esses itens representam um mínimo de 297 presas ingeridas, sendo 287 cefalópodes (96,63%) e dez peixes (3,37%) (Tabela 10).

Tabela 10: Percentual de frequência de ocorrência (%FO), percentual de frequência numérica (%FN) e índice de importância relativa (IIR) das presas encontradas nos tratos gastrointestinais de 34 espécimes de *Calonectris borealis*, coletados no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil. NI = Não identificado

PRESAS		%FO	%FN	IIR
Peixes				
	Sciaenidae			
	<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	2,94	0,3	221,8
	<i>Cynoscion guatucupa</i>	2,94	0,3	41,8
	<i>Stellifer rastrifer</i>	2,94	0,3	33,4
	Não identificados	-	2,4	-
Cefalópodes				
	Argonautidae			
	<i>Argonauta nodosa</i>	2,9	2,4	-
	Loliginidae			
	<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	2,9	0,3	-
	Onychoteuthidae			
	<i>Moroteuthis robsoni</i>	2,9	0,3	-
	Oegopsida			
	NI	94,1	93,6	-

Analisando os otólitos e bicos de cefalópodes foi possível identificar seis presas, sendo três peixes e três cefalópodes. O comprimento médio do manto dos cefalópodes foi de 15,49 mm e a massa corporal média foi de 7,61 g. Para os peixes consumidos o comprimento total médio foi de 106,89 mm e a massa média foi de 14,17 g (Tabela 11).

Tabela 11: Comprimento total (CT) dos peixes ou comprimento do manto (CM) dos cefalópodes em milímetros (mm) e massa em gramas (g) dos peixes e cefalópodes consumidos por *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil.

PRESAS	CT/CM (mm)			MASSA (g)			N
	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx	
PEIXES TOTAL	106,9	78,3	153,3	14,2	4,7	31,9	3
<i>Paralanchurus brasiliensis</i>	153,3	-	-	31,9	-	-	1
<i>Cynoscion guatucupa</i>	89,0	-	-	5,9	-	-	1
<i>Stellifer rastrifer</i>	78,3	-	-	4,7	-	-	1
CEFALÓPODES TOTAL	15,5	6,9	35,7	7,6	0,1	61,0	287
<i>Argonauta nodosa</i>	12,6	6,9	20,4	0,6	0,1	1,8	7
<i>Doryteuthis sanpaulensis</i>	35,7	-	-	3,1	-	-	1
<i>Moroteuthis robsoni</i>	-	-	-	61,0	-	-	1
Oegopsida	-	-	-	-	-	-	278

Os três peixes identificados são demersais e pertencem a família Sciaenidae, dentre os cefalópodes foi identificado o polvo *Argonauta nodosa* pertencente a família Argonautidae e duas lulas pertencentes as famílias Loliginidae e Onychoteuthidae.

Resíduos poliméricos

Nas quatro espécies analisadas foram encontrados um total de 946 resíduos poliméricos em seus tratos gastrointestinais. Em todas as espécies, o ventrículo foi a cavidade que apresentou o maior percentual de frequência de materiais poliméricos com (84,4%) em *P. gravis*, (68,7%) em *P. aequinoctialis*, (98,3%) em *P. incerta* e (94,2%) em *C. borealis*. Foram encontrados seis fragmentos poliméricos no intestino de um espécime de *P. aequinoctialis*.

Em todos os tratos analisados o polietileno de alta densidade (PEAD) e o polietileno de baixa densidade (PEBD) apresentaram os maiores percentuais de frequência de ocorrência e numérica, seguidos por polipropileno (PP) e pelo politereftalato de etileno (PET) (Figuras 8 e 9). Não foi encontrado nenhum resíduo de policloreto de vinila (PVC) e poliestireno (PS).

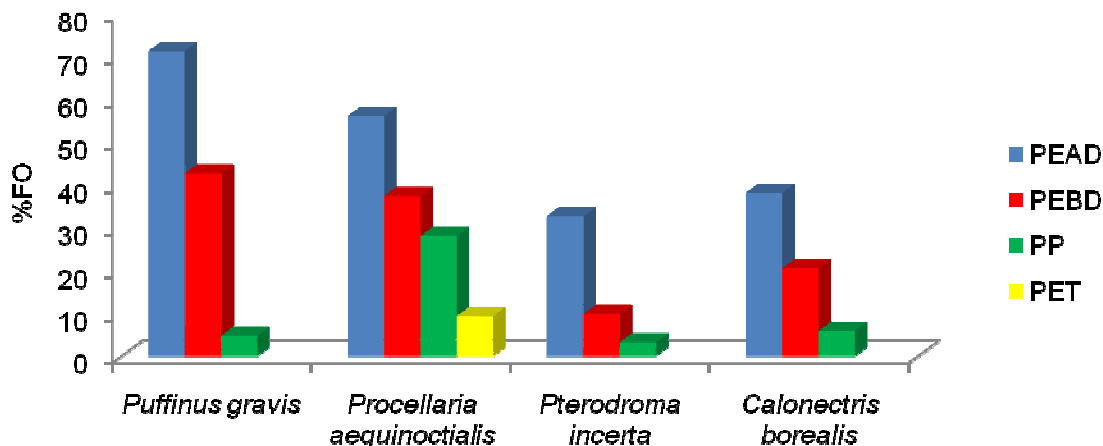


Figura 8: Percentuais de frequência de ocorrência (%FO) de polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP) e politereftalato de etileno (PET) encontrados nos tratos gastrointestinais de indivíduos de *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul e de *Pterodroma incerta* coletados após a passagem do Ciclone Catarina em março de 2004.

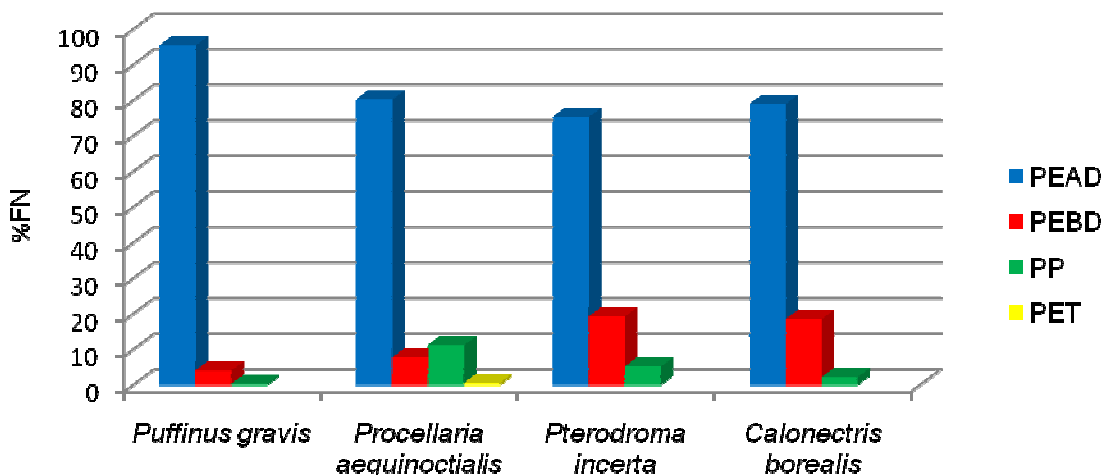


Figura 9: Percentuais de frequência numérica (%FN) de polietileno de alta densidade (PEAD), polietileno de baixa densidade (PEBD), polipropileno (PP) e politereftalato de etileno (PET) encontrados nos tratos gastrointestinais de indivíduos de *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Calonectris borealis* coletados no Litoral do Rio Grande do Sul e de *Pterodroma incerta* coletados após a passagem do Ciclone Catarina em março de 2004.

Análise específica dos resíduos poliméricos encontrados

Bobo-grande-de-sobre-branco (*Puffinus gravis*)

Dos 21 tratos gastrointestinais analisados 20 continham resíduos poliméricos (%FO = 95,24). Em três tratos não foi possível caracterizar a composição específica dos resíduos encontrados de acordo com as técnicas aplicadas, exigindo técnicas mais avançadas como análise por infravermelho ou calorimetria exploratória diferencial (DSC). Além dos resíduos poliméricos, foi encontrado um anzol no pró-ventrículo de um indivíduo (Figura 10).

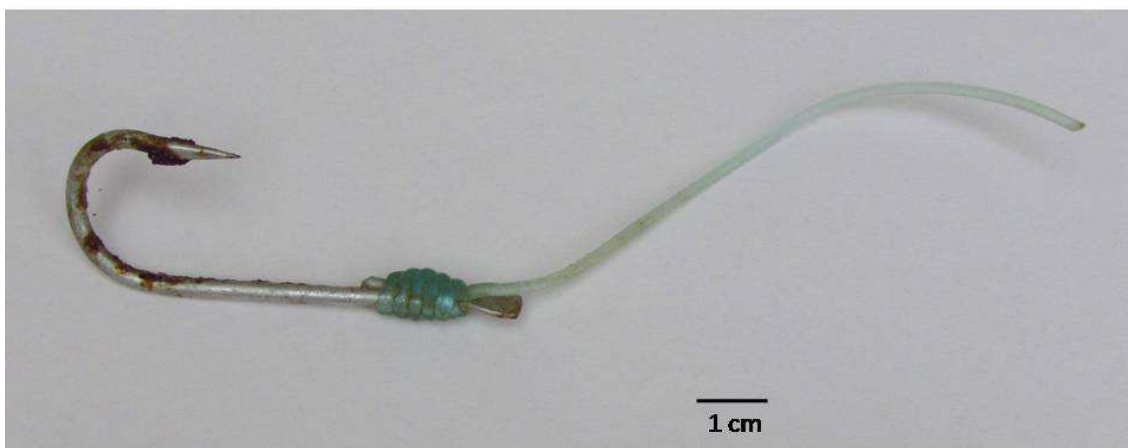


Figura 10: Anzol encontrado no pró-ventrículo de um espécime de *Puffinus gravis* coletado no Litoral do Rio Grande do Sul, Brasil.

Os resíduos poliméricos encontrados totalizaram 289 fragmentos (média= 10,70; DP= 23,16). Considerando os indivíduos separadamente, o número de fragmentos encontrados variou de um a 114 (mediana= 4). Foram encontrados 114 fragmentos no ventrículo de um espécime. A massa total dos resíduos poliméricos encontrados foi de 9,2337 g e a massa média foi de 0,3420 g.

Pardela-preta (*Procellaria aequinoctialis*)

Foram analisados 32 tratos gastrointestinais, destes 22 continham resíduos poliméricos (%FO= 68,75). Foi encontrado um total de 514 fragmentos (média= 10,49; DP= 26,41). Um espécime apresentou 301 fragmentos ao longo do trato digestório, a exceção do esôfago.

Analisando individualmente os espécimes, o número de fragmentos variou de um a 301 (mediana= 2), a massa total destes fragmentos foi de 1,8571 g e a massa média foi de 0,0379 g.

Grazina-de-barriga-branca (*Pterodroma incerta*)

Dos 61 tratos analisados 23 continham resíduos poliméricos (%FO= 37,70), nestes indivíduos foi encontrado um total de 57 fragmentos (média= 2,04; DP= 1,55; mediana= 1,50) sendo observada uma variação, entre os espécimes, de um a oito fragmentos. A massa total dos resíduos foi de 2,4523 g e a massa média foi de 0,0876 g. Foi encontrado um tubo de PEAD com 26,8 cm, no pró-ventrículo de um indivíduo (Figura 11).



Figura 11: Tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) com 26,8 cm, encontrado no pró-ventrículo de um espécime de *Pterodroma incerta* coletado após a passagem do Ciclone Catarina que atingiu a costa do Rio Grande do Sul e Santa Catarina em 28 de março de 2004.

Bobo-grande (*Calonectris borealis*)

Em 13 dos 34 tratos analisados foi verificada a presença de resíduos poliméricos (%FO= 38,24). Nesses indivíduos foi encontrado um total de 86 fragmentos (média= 3,44; DP= 3,97; mediana= 2) sendo observada uma variação individual de um a 18 fragmentos. A massa total dos resíduos foi de 0,8048 g e a massa média foi de 0,0322 g.

DISCUSSÃO

Cefalópodes e peixes

Os itens alimentares encontrados nas quatro espécies analisadas, constituíram-se principalmente de cefalópodes e peixes. Os bicos de cefalópodes tiveram maior percentual de frequência de ocorrência e numérica do que os otólitos e cristalinos de peixes. Esse resultado indica que os cefalópodes são mais importantes na dieta dessas espécies do que os peixes. No entanto, isso pode ser atribuído ao maior tempo de permanência dos bicos no trato gastrointestinal em relação aos outros itens alimentares. Trabalhos que analisaram o tempo de passagem dos bicos de cefalópodes e otólitos no trato gastrointestinal de Procellariiformes, indicam que os bicos podem permanecer de três a cinco semanas no interior dos tratos, enquanto que otólitos podem ser digeridos em 24 h (Furness et al. 1984; Jackson e Ryan 1986).

As lulas da ordem Teuthida diferem amplamente em habitats e distribuição, duas subordens são reconhecidas e ambas incluem espécies com importância na pesca comercial. São elas a subordem Myopsina, que no Brasil está representada pela família Loliginidae e inclui o gênero *Doryteuthis*, que se caracteriza por conter espécies neríticas e a subordem Oegopsida que abrange um grande número de famílias, em sua maioria de espécies oceânicas, cuja biologia ainda é pouco conhecida (Boyle e Rodhouse 2005; Haimovici et al. 2009). No Brasil existem registros de 19 famílias e 44 espécies de lulas pertencentes à subordem Oegopsida (Haimovici et al. 2009). Em *Puffinus gravis*, *Procellaria aequinoctialis*, *Pterodroma incerta* e *Calonectris borealis*, as lulas identificadas como pertencentes à subordem Oegopsida foram as que apresentaram os maiores percentuais de frequência de ocorrência e numérica dentre todos os cefalópodes consumidos.

As lulas pertencentes as famílias Histioteuthidae e Chiroteuthidae são espécies de profundidade e podem ocorrer de 100 a 1200 m., sendo que elas estiveram presentes nos conteúdos alimentares de *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *P. incerta*. Assim como aquelas pertencentes as famílias Enoploteuthidae, Ommastrephidae e Onycoteuthidae encontradas nos tratos de *P. gravis*, *P. incerta* e *C. borealis*, respectivamente (Roper e Young 1975). Segundo Lipinski e Jackson (1989) o fato de que algumas espécies de cefalópodes de profundidade, como *Histioteuthis* sp. e *Chiroteuthis* sp., flutuam após a

morte podem torná-las disponíveis as aves marinhas. Outra importante fonte de alimento para as aves marinhas é o descarte de vísceras de peixes de profundidade capturados na pesca de espinhel. Esses peixes alimentam-se de cefalópodes pelágicos e podem explicar a presença dessas espécies no conteúdo alimentar dessas aves, visto que as espécies foco deste estudo são seguidoras de embarcações desse tipo de pesca (Olmos e Bugoni 2006; Vaske Júnior 2011).

As lulas *Histioteuthis* sp. e *Chiroteuthis* sp. também ocorreram na dieta de *P. gravis* e *P. aequinoctialis* em estudos realizados no sul do Brasil (Colabuono e Vooren 2007; Petry et al. 2008). Assim como em *P. incerta* em um estudo realizado nas ilhas Gough durante o período reprodutivo da espécie (Klages e Cooper 1997).

Apesar do baixo percentual de frequência de ocorrência e frequência numérica, espécies de cefalópodes de águas costeiras também foram identificadas, como as lulas *Doryteuthis plei* e *D. sanpaulensis* e os polvos *Argonauta nodosa* e *Octopus tehuelchus* (Haimovici e Andriquetto Filho 1986; Haimovici e Perez 1991; Haimovici et al. 2009). *Doryteuthis sanpaulensis* é a lula costeira mais abundante no sul do Brasil (Andriquetto Junior e Haimovici 1991) e esteve presente nos conteúdos alimentares de *P. aequinoctialis*, *P. incerta* e *C. borealis*. Na dieta de *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *C. borealis* o polvo *A. nodosa* esteve presente, sendo essa uma espécie que habita águas quentes no mundo todo e no Rio Grande do Sul ocorre principalmente no verão (Haimovici et al. 2009). Um indivíduo de *O. tehuelchus* foi encontrado no conteúdo de *P. gravis* e essa é uma espécie relativamente abundante no Rio Grande do Sul (Haimovici e Andriquetto Filho 1986).

Todas as espécies de peixes identificadas na dieta de *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *C. borealis* são abundantes na região costeira e na plataforma continental do Rio Grande do Sul (Haimovici et al. 1996; Haimovici et al. 2005). A maioria das espécies de teleósteos presentes nos conteúdos alimentares de *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *C. borealis* não são espécies-alvo da frota pesqueira de arrasto no sul do Brasil. No entanto, essas espécies acabam sendo capturadas acidentalmente por esse tipo de pesca e constituem parte do descarte dessas embarcações, podendo servir de alimento para essas espécies de petréis. Os espécimes de pescada (*Cynoscion guatucupa*) presentes na dieta de *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *C. borealis*, assim como os espécimes de corvina (*Micropogonias furnieri*) e castanha (*Umbrina canosai*) consumidos por *P. aequinoctialis* são indivíduos juvenis, sem valor comercial, e também constituem o

descarte dessa frota (Haimovici e Maceira 1981; Haimovici et al. 1996; Valeiras 2003; González-Zevallos e Yorio 2006).

Estudos que analisaram a capacidade de mergulho de algumas espécies de Procellariiformes, entre elas *P. gravis* e *P. aequinoctialis*, constataram que essas aves mergulham de 2 a 10 m de profundidade. Entretanto, por serem indivíduos juvenis, a maioria das espécies de teleósteos presentes no conteúdo alimentar de *P. gravis*, *P. aequinoctialis* e *C. borealis* ocorrem a partir dos 10 m de profundidade (Brown et al. 1978; Huin 1994; Haimovici et al. 1996) indicando que o alimento potencialmente provém de descarte. O descarte pesqueiro fornece recursos alimentares em abundância para diversas espécies de aves marinhas (Garthe et al. 1996). Dessa forma, utilizar os descartes como fonte de alimento parece ser energeticamente mais eficiente do que mergulhar em busca desses peixes.

Resíduos poliméricos

Muitas espécies de petréis, entre elas as espécies foco deste estudo, apresentam uma estreita constrição entre o pró-ventrículo e o ventrículo (Warham 1996). Essa constrição pode impedir que resíduos poliméricos ingeridos possam ser regurgitados, levando ao acúmulo desses materiais no ventrículo. O acúmulo de polímeros nessa câmara, encontrado no presente estudo, também foi reportado em outros trabalhos que analisaram a ingestão desses materiais por Procellariiformes (Furness 1985; Azzarello e Van Vleet 1987; Pierce et al. 2004; Barbieri, 2009; Colabuono et al. 2009). O acúmulo de resíduos poliméricos no ventrículo pode causar, além de obstrução do trato digestivo, uma falsa sensação de saciedade reduzindo o estímulo alimentar (Connors e Smith 1982; Ryan 1988; Pierce et al. 2004).

No presente estudo *P. gravis* e *P. aequinoctialis* apresentaram as maiores frequências de ocorrência na ingestão de resíduos poliméricos entre as quatro espécies analisadas, assim como apontado por outros autores em estudos realizados no sul do Brasil (Petry e Fonseca 2002; Colabuono e Vooren 2007; Petry et al. 2008; Colabuono et al. 2009; Tourinho et al. 2009). O percentual de frequência de ocorrência de resíduos antrópicos ingeridos por *P. incerta* foi superior neste estudo, comparativamente ao trabalho de Klages e Cooper (1997), apesar do número amostral semelhante dos estudos, 61 e 59 indivíduos analisados, respectivamente. Essa diferença, eventualmente, pode ser

atribuída a metodologia empregada pois nas ilhas Gough, Klages e Cooper (1997) utilizaram o regurgito para análise do conteúdo alimentar das aves.

Nas quatro espécies analisadas, os polímeros com os maiores percentuais de frequência de ocorrência foram o polietileno de alta densidade (PEAD), o polietileno de baixa densidade (PEBD) e o polipropileno (PP). Em 2013 foram produzidas 250 milhões de toneladas de termoplásticos no mundo, aqueles utilizados na fabricação de embalagens lideram a demanda mundial de produção (Plastics Europe 2014). Dentre os principais termoplásticos produzidos com essa finalidade estão o PP, seguido pelo PEAD e PEBD (Spinacé e De Paoli 2005; Plastics Europe 2014). De acordo com os testes gravimétricos realizados, os três polímeros em questão possuem baixa densidade e são capazes de flutuar na água. Isso reforça a hipótese de que os Procellariiformes podem ingerir resíduos poliméricos de forma direta confundindo-os com suas presas (Ryan 1987; Huin e Croxall 1996; Cadeé 2002).

Resíduos plásticos estão dispersos por todos os oceanos e podem perdurar por até 30 anos no ambiente marinho (Gregory 1978; Derraik 2002; Eriksen et al. 2014). Uma vez ingeridos pelas aves, esses materiais podem permanecer até um ano no interior do trato digestivo (Ryan e Jackson 1987). Em estudo publicado recentemente, Wilcox et al. (2015) sugerem que até 2050 cerca de 99% das aves marinhas do planeta terão consumido algum tipo de material polimérico. O elevado consumo de resíduos poliméricos pelas espécies foco deste estudo, reflete a degradação dos oceanos e traz preocupação a respeito da conservação destas espécies migratórias e seu habitat.

BIBLIOGRAFIA

Andriguetto Jr JM, Haimovici M (1991) Abundance and distribution of *Loligo sanpaulensis* Brakonieccki, 1984 (Cephalopoda, Loliginidae) in southern Brazil. *Sci Mar* 55:611-618

Azzarello MY, Van Vleet ES (1987) Marine birds and plastic pollution. *Mar Ecol Prog Ser* 37:295-303

Barbieri E (2009) Occurrence of Plastic Particles in Procellariiforms, South of São Paulo State (Brazil). *Braz Arch Biol Technol* 52:341-348

Barboza EG, Tomazelli LJ, Dillenburg SR, Rosa MLCC (2009) Planície costeira do Rio Grande do Sul erosão em longo período. *Revista SUG* 15:94-97

Barret RT, Camphuysen CJ, Anker-Nilssen T et al (2007) Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Jour of Mar Sci* 64:1675-1691

Belton W (2002) Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia. Unisinos, São Leopoldo

Bencke GA, Dias RA, Bugoni L, Agne CE, Fontana CS, Maurício GN, Machado DB (2010) Revisão e atualização da lista das aves do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Sér Zool* 100:519-556

Berrow SD, Croxall JP (1999) The diet of white-chinned petrels *Procellaria aequinoctialis*, Linnaeus 1758, in years of contrasting prey availability at South Georgia. *Antarct Sci* 11:283-292

BirdLife International (2012) *Ardenna gravis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T22698201A40209759.en>. Acessado 25 Julho 2015

BirdLife International (2015) *Procellaria aequinoctialis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T22698140A83475793.en>. Acessado em 25 Julho 2015

BirdLife International (2015) *Pterodroma incerta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. <http://www.iucnredlist.org/details/22698084/0>. Acessado em 25 Julho 2015

BirdLife International (2015) *Calonectris borealis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T22732244A83955374.en>. Acessado em 25 Julho 2015

Blight LK, Burger AE (1997) Ocurrence of plastic particles in seabirds from the Eastern North Pacific. *Mar Pollut Bull* 34:323-325

Boyle PR, Rodhouse PG (2005) Cephalopods: ecology and fisheries. Blackwell Science, Oxford

- Brown RGB, Bourne WRP, Wahl TR (1978) Diving by shearwaters. *Condor* 80:123-125
- Bugoni L, Vooren CM (2004) Feeding ecology of the Common Tern *Sterna hirundo* in a wintering area in southern Brazil. *Ibis* 146:438-453
- Bugoni L, Sander M, Costa ES (2007) Effects of the first Southern Atlantic Hurricane on Atlantic Petrels. *The Wilson Journal of Ornithology* 119:725-729
- Cadée GC (2002) Seabirds and floating plastic debris. *Mar Pollut Bull* 44:1294-1295
- Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do Sudeste e Sul (CEPSUL)
- Clarke MR (1986) *The handbook for the identification of cephalopod beaks*. Clarendon Press, Oxford
- Colabuono FI, Vooren CM (2007) Diet of Black-Browed *Thalassarche melanophrys* and Atlantic Yellow-Nosed *T. chlororhynchos* albatrosses and White-Chinned *Procellaria aequinoctialis* and Spectacled *P. conspicillata* petrels off southern Brazil. *Mar Ornithol* 35:9-20
- Colabuono FI, Barquete V, Domingues BS, Montone RC (2009) Plastic ingestion by Procellariiformes in southern Brazil. *Mar Pollut Bull* 58:93-96
- Colabuono FI, Rosalinda ST, Montone RC (2010) Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in plastics ingested by seabirds. *Mar Pollut Bull* 60:630-634
- Connors PG, Smith KG (1982) Oceanic plastic particle pollution: suspected effect on fat deposition in Red Phalaropes. *Mar Pollut Bull* 13:18-20
- Cooper J, Fourie A, Klages NTW (1992) The diet of the White Chinned petrel *Procellaria aequinoctialis* at sub-antarctic Marion Island. *Mar Ornithol* 20:17-24
- Cózar A, Echevarría F, González-Gordillo JI et al (2014) Plastic debris in the open ocean. *PNAS* 111:10239-10244
- Derraik JGB (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar Pollut Bull* 44:842-852
- Efe MA (2008) *Pterodroma incerta* (Schlegel, 1863). In: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (ed) *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. MMA, Brasília, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, pp 406-407
- Eriksen M, Lebreton LCM, Carson HS et al (2014) Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS One*. doi: 10.1371/journal.pone.0111913

- FEPAM (2012) Programa de Gerenciamento Costeiro.
http://www.fepam.rs.gov.br/programas/programa_gerco.asp. Acessado 20 Novembro 2015
- Furness BL, Laugksch RC, Duffy DC (1984) Cephalopods beaks and studies of seabird diets. *Auk* 101:619-620
- Furnes RW (1985) Ingestion of plastic particles by seabirds at Gough Island, South Atlantic Ocean. *Environ Pollut Ser A* 38:261-272
- Furness RW, Camphuysen CJ (1997) Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES J Mar Sci* 54:726-737
- Garthe S, Camphuysen CJ, Furness RW (1996) Amounts of discards by commercial fisheries and their significance as food for seabirds in the North Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 136:1-11
- González-Zevallos D, Yorio P (2006) Seabird use of discards and incidental captures at the argentine hake trawl fishery in the Golfo San Jorge, Argentina. *Mar Ecol Prog Ser* 316:175-183
- Gregory MR (1978) Accumulation and distribution of virgin plastic granules on New Zealand beaches. *N Z J Mar Freshwater Res* 12:399-414
- Gregory MR (1991) The hazards of persistent marine pollution: drift plastics and conservation islands. *J R Soc N Z* 21:83-100
- Guilford T, Meade J, Willis J et al (2009) Migration and stopover in a small pelagic seabird, the Manx shearwater *Puffinus puffinus*: insights from machine learning. *Proc R Soc B* 276:1215-1223
- Haimovici M, Andriquetto Filho JM (1986) Cephalopods in bottom trawl fishing off south Brazilian coast. *Arq Biol Tecnol* 29:473-495
- Haimovici M, Freire MA, Fischer L, Conceição WV (2005) Abundância relativa e tamanhos de teleósteos e cefalópodes em águas costeiras da Plataforma Sul. In: Vooren CM, Klippel S (ed) *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Porto Alegre, RS, Igaré, pp 121-127
- Haimovici M, Maceira RP (1981) Observações sobre seleção a bordo e rejeição na pesca de arrasto de fundo no Rio Grande do Sul. *Anais do II Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca* 401-413
- Haimovici M, Martins AS, Vieira PC (1996) Distribuição e abundância de peixes teleósteos demersais sobre a Plataforma Continental do Sul do Brasil. *Rev Brasil Biol* 56:27-50
- Haimovici M, Perez JAA (1991) Coastal cephalopod fauna of southern Brazil. *Bull Mar Sci* 49:221-230

- Haimovici M, Santos RA, Fischer LG (2009) Class Cephalopoda. In: Rios, E de C (ed) Compendium of Brazilian Sea Shells. Rio Grande, RS, Evangraf, pp 610-649
- Horsman PV (1982) The amount of garbage pollution from merchant ships. *Mar Pollut Bull* 13:167-169
- Huin N, Croxall JP (1996) Fishing gear, oil and marine debris associated with seabirds at Bird Island, South Georgia, during 1993/1994. *Mar Ornithol* 24:19-22
- Huin N (1994) Diving depths of White-Chinned petrels. *The Condor* 96:1111-1113
- Hyslop EJ (1980) Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J Fish Biol* 17:411-429
- Jackson S, Ryan PG (1986) Differential digestion rates of prey by white-chinned petrels (*Procellaria aequinoctialis*). *Auk* 103:617-619
- Jiménez S, Domingo A, Alejandro B, Defeo O, Phillips RA (2015) Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean. *Mar Pollut Bull* 96:149-154
- Klages NTW, Cooper J (1997) Diet of the atlantic petrel *Pterodroma incerta* during breeding at south Atlantic Gough Island. *Mar Ornithol* 25:13-16
- Laist DW (1997) Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. In: Coe JM, Rogers DB (ed) *Marine debris-Sources, Impacts and Solutions*. Springer-Verlag, New York, pp 99-139
- Lipinski MR, Jackson S (1989) Surface-feeding on cephalopods by procellariiform seabirds in the southern Benguela region, South Africa. *J Zool* 218:549-563
- Manrich S, Frattini G, Rosalini AC (1997) Identificação de plásticos: uma ferramenta para reciclagem. Editora UFSCar, São Carlos
- Naves LC (1999) Ecologia alimentar do talha-mar *Rhynchops nigra* (Aves: Rhynchopidae) na desembocadura da Lagoa dos Patos. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande
- Olmos F, Bugoni L (2006) Agregações de aves marinhas associadas à pesca de espinhel-de-fundo na região sudeste-sul do Brasil. In: Neves T, Bugoni L, Rossi-Wongtschowski CLB (ed) *Aves oceânicas e suas interações com a pesca na Região Sudeste-Sul do Brasil*. Instituto Oceanográfico, São Paulo, pp 69-80
- Onley D, Scofield P (2007) *Albatrosses, Petrels, and Shearwaters of the World*. Princeton University, Princeton
- Petry MV, Fonseca VSS (2002) Effects of human activities in the marine environment on seabirds along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ornit Neot* 13:137-142

Petry MV, Fonseca VSS, Garcia-Krüger L, Piuco RC (2008) Shearwater diet during migration along the coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Mar Biol* 154:613-621

Pettit TN, Grant GS, Whittow C (1981) Ingestion of plastics by Laysan Albatross. *Auk* 98:839-841

Piacentini VQ, Aleixo A, Agne CE et al (2015) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. *Revista Brasileira de Ornitologia* 23:91-298

Pierce KE, Harris RJ, Larned LS, Pokras MA (2004) Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a northern gannet *Morus bassanus* and a greater shearwater *Puffinus gravis*. *Mar Ornithol* 32:187-189

Pinkas L, Oliphant MS, Iverson IL (1971) Food habits of albacore bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bull* 152:1-105

Piva AM, Wiebeck H (2004) *Reciclagem do plástico*. Artliber, São Paulo

Plastics Europe (2014) Na analysis of European plastics production, demand and waste data. www.plasticseurope.org/documents/document/20150227150049-final_plastics_the_facts_2014_2015_260215.pdf. Acessado 15 Outubro 2015

Possatto FE, Barletta M, Costa MF, Ivar do Sul JA, Dantas DV (2011) Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact. *Mar Pollut Bull*. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.01.036

Prince PA, Morgan RA (1987) Diet and feeding ecology of Procellariiformes. In: Croxall JP (ed) *Seabirds: feeding biology and role in marine ecosystems*. Cambridge, Cambridge University, pp 135-171

Pruter AT (1987) Sources, quantities and distribution of persistent plastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull* 18:305-310

Roper CFE, Young RE (1975) Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithson Contrib Zool* 209:1-51

Rossi-Wongtschowski CLDB, Siliprandi CC, Brenha-Nunes MR, Gonsales SA, Santificetur C, Vaz-dos-Santos AM (2014) Atlas of marine bony fish otoliths (Sagittae) of southeastern-southern Brazil Part I: Gadiformes (Macrouridae, Moridae, Bregmacerotidae, Phycidae and Merlucciidae); Part II: Perciformes (Carangidae, Sciaenidae, Scombridae and Serranidae). *Braz J Oceanogr* 62:1-103

Rossi-Wongtschowski CLDB, Chalom A, Siliprandi CC, Brenha-Nunes MR, Conversani VRM, Santificetur C (2015) COSS-Brasil: Coleção de Otólitos de Peixes Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. www.usp.br/cossbrasil. Acessado 20 Outubro 2015

Ryan PG (1987) The incidence and characteristics of plastic particles ingested by seabirds. *Mar Environ Res* 23:175-206

Ryan PG, Jackson S (1987) The lifespan of ingested plastic particles in seabirds and their effect on digestive efficiency. *Mar Pollut Bull* 18:217-219

Ryan PG (1988) Effects of ingested plastic on seabird feeding: evidence from chickens. *Mar Pollut Bull* 19:125-128

Santos RA, Haimovici M (1998) Trophic relationships of the long-finned squid *Loligo sanpaulensis* on the southern Brazilian shelf. *S Afr J mar Sci* 20:81-91

Santos RA (1999) Cefalópodes nas relações tróficas do sul do Brasil. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande

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

Sick H (1997) *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro

Spear LB, Ainley DG, Ribic CA (1995) Incidence of plastic in seabirds from the Tropical Pacific 1984-91: relation with distribution of species, sex, age, season, year and body weight. *Mar Environ Res* 40:123-146

Spinacé MAS, De Paoli MA (2005) A tecnologia da reciclagem de polímeros. *Quim Nova* 28:65-72

Tanabe S, Watanabe M, Minh TB, Kunisue T, Nakanishi S, Ono H, Tanaka H (2004) PCDDs, PCDFs, and Coplanar PCBs in albatross from the North Pacific and Southern oceans: levels, patterns, and toxicological implications. *Environ Sci Technol* 38:403-413

Tourinho PS, Ivar do Sul JA, Fillmann G (2009) Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? *Mar Pollut Bull*. doi: 10.1016/j.marpolbul.2009.10.013

Valeiras J (2003) Attendance of scavenging seabirds at trawler discards off Galicia, Spain. *Sci Mar* 67: 77-82

Vaske Junior T (2011) Are deep-sea cephalopods really common preys for oceanic seabirds? *Biota Neotrop* 11:177-180

Vooren CM, Fernandes AC (1989) *Guia de albatrozes e petréis do Sul do Brasil*. Sagra, Porto Alegre

Warham J (1990) *The petrels: their ecology and breeding systems*. Academic Press, London

Warham J (1996) *The behaviour, population biology and physiology of the petrels*. Academic Press, London

Weimerskirch H, Lys P (2000) Seasonal changes in the provisioning behavior and mass of male and female wandering albatrosses in relation to the growth of their chick. *Polar Biol* 23:733-744

Wilcox C, Seville EV, Hardesty BD (2015) Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *PNAS* 112:11899-11904

Zöckler C (2005) Migratory birds species as indicators for the state of the environment. *Biodiversity* 6:7-13