

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DIVERSIDADE DE HELMINTOS DE *Notothenia coriiceps* RICHARDSON, 1844
DA BAÍA DO ALMIRANTADO, ILHA DO REI GEORGE, ANTÁRTICA

Alison Carlos Wunderlich

Orientador: Prof. Adj. Reinaldo José da Silva

Botucatu

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE BOTUCATU
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DIVERSIDADE DE HELMINTOS DE *Notothenia coriiceps*
RICHARDSON, 1844 DA BAÍA DO ALMIRANTADO, ILHA DO
REI GEORGE, ANTÁRTICA

Alison Carlos Wunderlich

Orientador: Prof. Adj. Reinaldo José da Silva

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biotecnologia – UNESP, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Biológicas, Área de
Concentração: Zoologia.

Botucatu

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.

DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Wunderlich, Alison Carlos.

Diversidade de Helminhos de *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844 da Baía do Almirantado, Ilha do Rei George, Antártica / Alison Carlos Wunderlich. - Botucatu, 2011

Dissertação (mestrado) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2011

Orientador: Reinaldo José da Silva

Capes: 21302022

1. Helminologia animal. 2. Helminho. 3. Antártica.

Palavras-chave: Antártica; Baía do Almirantado; Helmintofauna; Nototenídeos; Riqueza local e regional.

SUMÁRIO

Capítulo I

Helmintos parasitas de peixes teleósteos do continente Antártico.....	6
Lista dos helmintos parasitas encontrados em peixes na Antártica.....	11
Referências Bibliográficas.....	14

Capítulo II

Diversidade de helmintos de <i>Notothenia coriiceps</i> (Richardson, 1844) da baía do Almirantado, Ilha do Rei George, Antártica	
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	24
Objetivos	25
Material e Métodos	26
Resultados	31
Discussão.....	40
Referências bibliográficas	44

CAPÍTULO I

HELMINTOS PARASITAS DE PEIXES TELEÓSTEOS DO CONTINENTE ANTÁRTICO

A Antártica situa-se quase inteiramente no círculo polar austral, abrigando um dos ecossistemas marinhos mais extremos e singulares do planeta (CONVEY & STEVENS, 2007). A fauna desta região inclui elementos que tem evoluído notavelmente durante 40 milhões de anos, do Eoceno até o presente (EASTMAN, 2005), formando um centro regional de endemismo e “hotspots” da biodiversidade (BRIGGS, 2003; MASLEN & CONVEY, 2006).

A extensa área oceânica que circunda o Continente Antártico consiste de partes dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Aproximadamente entre 50° e 60° S, existe uma barreira natural denominada de Convergência Antártica, que separa o Oceano Circum-Antártico dos demais oceanos. A temperatura das águas continentais, bem como a das regiões costeiras, usualmente permanece em torno de 0 °C durante todo o ano (EASTMAN, 1991).

O isolamento do continente Antártico tem induzido uma série de adaptações na biota marinha (THATJE, 2005; CLARKE *et al.*, 2006), o que possibilitou a essas espécies, lidar com as condições severas impostas pelo ambiente. Nestes últimos anos, os estudos nesta região focaram-se particularmente na compreensão do efeito das mudanças climáticas sobre as populações naturais (QUAYLE *et al.*, 2002; WALTHER *et al.*, 2002; CLARKE *et al.*, 2006; RAPLEY, 2007; CLARKE *et al.*, 2007), refletindo a importância desse tema sobre as interações ecológicas (NICOL *et al.*, 2007).

As águas gélidas e biologicamente ricas do Oceano Austral sustentam e abrigam uma rica biodiversidade de espécies de pingüins, focas, baleias e peixes (ASOC, 2007). Os peixes teleósteos encontrados na região Antártica, apresentam um alto grau de endemismo (BRIGGS, 2003), conferindo grande importância ecológica a este ecossistema (LA MESA *et al.*, 2004; EASTMAN, 2005). Além dos peixes, os crustáceos eufausídeos (*Krill*) representam as espécies chaves para este ambiente, pois ocupam a base da cadeia alimentar, o que os tornam fundamentais para a ecologia trófica local (PALM *et al.*, 2007).

Atualmente tem-se o registro de 222 espécies de peixes conhecidas, com a grande maioria sendo constituída principalmente por espécies bentônicas da superordem Notothenioidei (EASTMAN, 2000, 2005). A fauna bentônica de peixes é dominada por

129 espécies de nototenídeos dos gêneros *Notothenia* e *Lepidonotothen*, bem como pelos harpagiferídeos, batidraconídeos e channichtídeos (LA MESA *et al.*, 2004; EASTMAN, 2005; NEAR & CHENG, 2008). De acordo com Barrera-Oro (2002), este grupo demersal de peixes tem importante papel na ecologia trófica das águas costeiras e de alto-mar, podendo atingir profundidades de 1200 a 1500 metros e chegando a constituir mais de 90% da biomassa de peixes Antárticos (EASTMAN, 2005; XU *et al.*, 2008). Hureau (1994) também reafirma essa importância central dos peixes da cadeia trófica e no ecossistema marinho da Antártica.

A maioria das espécies é sedentária demersal, embora algumas tenham se adaptado a viver associada ao gelo na superfície (DeVRIES, 1978 *apud* EVERSON, 1984). Outros estudos têm demonstrado que a maior parte dos peixes antárticos é carnívora ou onívora (KOCK, 1992), além de desempenharem um papel vital para o ciclo de vida de helmintos, funcionando como hospedeiros definitivos, intermediários e paratênicos de inúmeras espécies (ROCKA, 2006; PALM *et al.*, 2007).

A helmintofauna dos peixes Antárticos foi recentemente revisada por Rocka (2006), compreendendo aproximadamente 102 espécies (Tabela 1), representada por cinco *taxa*: Monogenoidea, Digenea, Cestoda, Nematoda e Acanthocephala. Quase todas as espécies atingem sua maturidade sexual em peixes endêmicos da Antártica, com exceção de quatro digenéticos e um nematóide, cuja distribuição é cosmopolita ou bipolar. Todos os acantocéfalos, quase todos os digenéticos (exceto uma espécie), a maioria dos cestóides e alguns nematóides ocorrem exclusivamente em peixes bentônicos.

A maior riqueza de espécies é relatada aos trematódeos digenéticos, com 45 espécies, seguido por cestóides (14 spp.), monogenoidea (12 spp.), acantocéfalos (9 spp.) e nematóides (6 spp.). Além dos adultos, há também 16 espécies com estágios larvais conhecidos, a saber: Digenea (1 spp.), Cestoda (3 spp.), Nematoda (4 spp.), juntamente com 8 espécies de Acanthocephala em estágio cistacanto (ROCKA, 2006).

Os monogenéticos são representados pelas famílias Capsalidae (3 spp.) (LUTNICKA & ZDZITOWIECKI, 1984; ROHDE *et al.*, 1998) e Gyrodactylidae (9 spp.) (ROKICKA *et al.*, 2009). Nos últimos anos, surgiram descrições de novas espécies, principalmente do gênero *Gyrodactylus* (ROKICKA, 2009).

Os trematódeos digenéticos encontrados em peixes da Antártica são representados pela superfamília/famílias Hemiuroidea (12 spp.), Opecoelidae (17 spp.), Lepocreadiidae (15 spp.), Monorchiidae (1 sp.) e Fellodistomidae (2 spp.) (ROCKA,

2006). Zdzitowiecki (1997a) sugeriu que provavelmente todos os digenéticos atingem a maturidade em peixes teleósteos, usando moluscos como hospedeiro para a geração partenogênica (o primeiro hospedeiro em nomenclatura tradicional) e vários invertebrados como hospedeiros intermediários (ou segundo hospedeiro intermediário). Uma única espécie maturando em raias, *Otodistomum cestoides* tem sido encontrada em hospedeiro final na Antártica (ZDZITOWIECKI, 1991b), e Subantártica (GIBSON, 1976; ZDZITOWIECKI & PISANO, 1996). O sítio ocupado por estes helmintos adultos, normalmente é o estômago e intestino, com exceção do estágio imaturo de *O. cestoides*, que ocorre na cavidade do corpo de teleósteos (ZDZITOWIECKI, 1997a, 1998a). Com relação às metacercárias desta espécie, também foram encontradas na cavidade de peixes teleósteos no Mar de Weddell (ZDZITOWIECKI, 1997d).

Das 14 espécies de cestóides descritos para os peixes da Antártica, 13 delas utilizam as raias e tubarões como hospedeiro definitivo e apenas uma os teleósteos. São representados por três famílias (Tetraphyllidae: 13 spp.; Diphyllidae: 1 sp.; Pseudophyllidae: 1 sp.), sendo Tetraphyllidae a mais numerosa e abundante (ROCKA, 2003). Outra forma de cestóide muito comum nos peixes antárticos são larvas plerocercóides da família Diphyllbothriidae que maturam como adultos em focas e aves (ROCKA, 2003). Além disso, os ciclos de vida de Tetraphyllidae (maioria parasitam raias) e das famílias Diphyllbothriidae e Tetrabothriidae (parasitas de aves e mamíferos) são muito complexos, envolvendo geralmente dois hospedeiros intermediários, um paratênico e um definitivo (ROCKA, 2006).

As espécies de nematóides têm sido encontradas exclusivamente em peixes teleósteos (ROCKA, 2004), embora seus ciclos de vida sejam ainda desconhecidos (ROCKA, 2006). Segundo Rocka (2004), os nematóides estão representados pelas ordens Spirurida (2 spp.), Ascaridida (3 spp.), Anisakidae (5 spp.) e Enoplida (1 sp.). Vários anisakídeos adultos do gênero *Anisakis*, *Contracaecum*, *Hysterothylacium* e *Pseudoterranova*, infectam mamíferos, aves e peixes marinhos, ocorrendo comumente em teleósteos Antárticos na forma de larva L3. Nas últimas duas décadas, vários estudos moleculares de anisakídeos têm demonstrado a existência de complexos de espécies dentre dos gêneros, indicando que o número de espécies válidas pode aumentar significativamente (MATTIUCCI & NASCETTI, 2008). Estes anisakídeos de mamíferos usam vários invertebrados marinhos, principalmente crustáceos como primeiro hospedeiro intermediário (ROCKA, 2006), e como intermediário secundário e

paratênico, os peixes ósseos (PALM *et al.*, 1994, 1998; PALM, 1999; WALTER *et al.*, 2002).

Os acantocéfalos estão representados pelas ordens Echinorhynchida (9 spp.) e Polymorphida (8 spp.) (ZDZITOWIECKI, 1991a, 1996). De acordo com Zdzitowiecki (1991a), todos os acantocéfalos que atingem a maturidade em peixes Antárticos têm dois hospedeiros em seu ciclo de vida, embora as espécies adultas de aves e pinípedes da Antártica (*Corynosoma* spp. e *Andracantha* spp.) tem um terceiro hospedeiro paratênico em teleósteos (ROCKA, 2006).

Na última década surgiram importantes revisões sobre os helmintos parasitas de peixes da Antártica, sobretudo por pesquisadores poloneses e alemães. ZDZITOWIECKI (1997a) produziu uma monografia dos digenéticos, mas num curto período de tempo foram descritas 10 novas espécies do Mar de Weddell e uma da Península Adélie (ZDZITOWIECKI, 1997b, c, d; 1998a, b; ZDZITOWIECKI & CIELECKA 1997a, b, c). Este mesmo autor também realizou uma revisão dos acantocéfalos (ZDZITOWIECKI, 1991a), enquanto Rocka (2002, 2003) produziu duas importantes referências sobre cestóides e nematóides.

Outros exemplos de investigações parasitológicas em peixes da Antártica são as publicações de Zdzitowiecki (1990, 1996), Wojciechowska (1991), Wojciechowska *et al.* (1994), Zdzitowiecki & Pisano (1996), Rocka & Zdzitowiecki (1998), Zdzitowiecki & Laskowski (2004), Rocka (2004) e Brickle & Mackenzie (2007).

A maioria dos estudos recentes de parasitologia da Península Antártica e Mar de Weddell revelaram uma rica fauna de parasitas em peixes nototenídeos e channichtídeos que incluem espécies parasitas endêmicas e não cosmopolitas (PALM *et al.*, 1998; ZDZITOWIECKI & LASKOWSKI, 2004; BRICKLE *et al.* 2005; ROCKA, 2006).

Um dos aspectos mais conspícuos verificados nos helmintos parasitas de peixes da Antártica é o fato de possuírem baixa especificidade aos hospedeiros (ROCKA, 2006), especialmente dentro dos agentes intermediários (PALM *et al.*, 2007). Essa ampla especificidade foi observada para o nematóide anisakídeo *Pseudoterranova decipiens*, com 100% de prevalência entre todas as espécies estudadas por Palm *et al.* (2007). *Pseudoterranova decipiens* tem sido considerada uma espécie cosmopolita, ocupando muitos hospedeiros aquáticos de regiões boreais a Antárticas (PALM *et al.*, 1994). Palm *et al.* (1998), também verificaram o baixo grau de especificidade hospedeira, revelando amplo padrão de distribuição desse anisakídeo em peixes nototenídeos da Antártica (PALM *et al.*, 1998, 2007).

Além desses estudos, outros têm abordado aspectos relacionados à resposta imune contra infecções helmínticas (SILVA *et al.*, 1999), o papel dos peixes no ciclo de vida dos parasitas (PALM *et al.*, 1998), o uso dos parasitas como marcadores biológicos (BRICKLE & MACKENZIE, 2007) e também o uso desses parasitas como bioacumuladores de metais pesados no ambiente (SURES & REIMANN, 2003).

Apesar de existir uma gama significativa de estudos sobre a helmintofauna de peixes do arquipélago das Ilhas Shetland do Sul, ainda há necessidade de novas investigações, principalmente em certas regiões como a baía do Almirantado, onde a fauna de parasitas é ainda pouco conhecida (PALM *et al.*, 2007). Além disso, a maioria dos estudos tem sido concentrada em espécies de nototenídeos de águas costeiras rasas (ZDZITOWIECKI, 1991a, 1997a,b,c; LASKOWSKI *et al.*, 2005; LASKOWSKI *et al.*, 2007; LASKOWSKI *et al.*, 2008) ou restritas a curtos períodos, o que reflete a necessidade de novos estudos para avaliar se há variação da composição e diversidade de parasitas em resposta as mudanças de habitats ao longo do tempo e do espaço.

Além disso, o continente antártico, apesar de ser conhecido como um dos ecossistemas mais bem preservados, já há indícios de alterações na fauna marinha decorrentes da poluição antropogênica (FOCARDI *et al.* 1995; KENNICUTT & MCDONALD 1996; DUQUESNE & RIDDLE 2002) e também devido as mudanças climáticas, principalmente na Península Antártica, cuja Baía do Almirantado está incluída (CLARKE *et al.*, 2007). Essas alterações na fauna marinha, podem também influenciar a dinâmica e composição das espécies de parasitas (MARCOGLIESE, 2001), afetando a transmissão dos parasitas e conseqüentemente sua patogenicidade.

Tabela I. Lista dos helmintos parasitas encontrados em peixes na Antártica.

Helmintos	Adulto/ Larva	Hospedeiro	Referência
Monogenoidea			
Capsalidae			
<i>Pseudobenedenia nototheniae</i>	A	<i>Notothenia coriiceps</i> , <i>N. colbecki</i> e <i>N. rossii</i>	Lutnicka & Zdzitowiecki (1984)
<i>P. shorti</i>	A	<i>Notothenia</i> e <i>Trematomus</i>	Moser & Cowen (1991)
<i>Pseudobenedenoides branchicola</i>	A	<i>Trematomus bernacchii</i>	Moser & Cowen (1991)
Gyrodactylidae			
<i>Gyrodactylus coriicepsi</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. nudifronsii</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. antarcticus</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. australis</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. byrdi</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. centronoti</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. rhigophilae</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. trematomi</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
<i>G. wilkesi</i>	A	Notothenioidei	Rokicka <i>et al.</i> (2009)
Digenea			
Hemiuroidea			
<i>Otodistomum cestoides</i>	L	<i>Racovitzia gracilaris</i> e <i>Artefidraco skottsbergi</i>	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Genolinea bowersi</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Aphanurus</i> sp.	A	<i>Ophthalmolycus amberensis</i> (Zoarcidae)	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Derogenes johnstoni</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1997a)
<i>D. varicus</i>	A	Vários teleósteos	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Gonocerca phycidis</i>	A	Notothenioidei, Gadiformes	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Elytrophalloides oatesi</i>	A	Vários teleósteos	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Glomicirrus macrouri</i>	A	Notothenioidei, Gadiformes	Zdzitowiecki (1997a)
<i>Lecithochirium whitei</i>	A	<i>Bathylagus antarcticus</i> (Bathylagidae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Lecithaster macrocotyle</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. micropsi</i>	A	Notothenioidei, Muraenolepididae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Lecithophyllum champsocephali</i>	A	Channichthyidae	Zdzitowiecki (1998a)
Opecoelidae			
<i>Discoverytrema markowskii</i>	A	Muraenolepididae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>D. gibsoni</i>	A	<i>Muraenolepis microps</i> (Muraenolepididae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Macvicaria pennelli</i>	A	Notothenioidei, Zoarcidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>M. georgiana</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>M. antarctica</i>	A	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>M. microtestis</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)

<i>M. ophthalmolyci</i>	A	Nototheniidae, Zoarcidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>M. longibursata</i>	A	Zoarcidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>M. muraenolepidis</i>	A	<i>Muraenolepis microps</i> (Muraenolepididae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Neolebouria terranovaensis</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>N. antarctica</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Helicometra antarcticae</i>	A	Nototheniidae, Zoarcidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>H. pisanoe</i>	A	<i>Trematomus hansonii</i> (Nototheniidae)	Zdzitowiecki (1998b)
<i>H. rakusai</i>	A	<i>T. loennbergi</i> (Nototheniidae)	Zdzitowiecki (1999)
<i>Stenakron glacialis</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>S. kerquelense</i>	A	Notothenioidei Congiopodidae	Zdzitowiecki (1998a)
Lepocreadiidae			
<i>Lepidapedon garrardi</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. balgueriasi</i>	A	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. notogeorgianus</i>	A	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. tertius</i>	A	<i>Ophthalmolycus</i> <i>amberensis</i> (Zoarcidae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. paralebouri</i>	A	<i>Muraenolepis microps</i> (Muraenolepididae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. brayi</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>L. ninae</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Neolepidapedon magnatestis</i>	A	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>N. trematomi</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>N. macquariensis</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Paralepidapedon antarcticum</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>P. dubium</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>P. awii</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Muraenolepitrema magnatestis</i>	A	<i>Muraenolepis microps</i> (Muraenolepididae)	Zdzitowiecki (1998a)
<i>Postlepidapedon opisthobifurcatus</i>	A	Muraenolepididae, Macrouridae	Zdzitowiecki (1998a)
Monorchiidae			
<i>Postmonorchis variabilis</i>	A	Nototheniidae, Harpagiferidae	Zdzitowiecki (1998a)
Fellodistomidae			
<i>Steringophorus arntzi</i>	A	Bathydraconidae, Artedidraconidae	Zdzitowiecki (1998a)
<i>S. liparidis</i>	A	<i>Paraliparis antarcticus</i> (Liparididae)	Zdzitowiecki (1998a)
Cestoda			
Tetraphyllidae			
<i>Phyllobothrium dentatum</i>	A	Elasmobranchii	Rocka (2003)
<i>Anthocephalum georgiense</i>	A	<i>Raja georgiana</i>	Rocka (2003)
<i>A. rakusai</i>	A	<i>Bathyraja maccaini</i>	Rocka (2003)
<i>A. siedleckii</i>	A	<i>B. maccaini</i> , <i>B. eatonii</i>	Rocka (2003)
<i>A. arctowskii</i>	A	<i>Bathyraja</i> sp. 2	Rocka (2003)
<i>Marsupiobothrium antarcticum</i>	A	<i>B. maccaini</i> , <i>B. eatonii</i>	Rocka (2003)
<i>M. awii</i>	A	<i>B. maccaini</i>	Rocka (2003)
<i>Anthobothrium</i> sp.	A	<i>Bathyraja</i> sp. 2	Rocka (2003)
<i>Pseudanthobothrium</i>	A	<i>R. georgiana</i>	Rocka (2003)

notogeorgianum			
<i>P. minutum</i>	A	<i>B. eatonii</i>	Rocka (2003)
<i>Notomegarhynchus shetlandicum</i>	A	<i>B. maccaini</i> , <i>B. eatonii</i>	Rocka (2003)
<i>Oncobothrium antarcticum</i>	A	<i>B. maccaini</i> , <i>B. eatonii</i>	Rocka (2003)
Plerocercóides	L	Notothenioidei	Rocka (1999)
Diphyllobothriidae			
Plerocercóides	L	Notothenioidei	Rocka (2006)
Tetrabothriidae			
Cercóides sem acetabulo	L	Notothenioidei	Rocka (2006)
Diphyllidea			
<i>Echinobothrium acanthocolle</i>	A	<i>R. georgiana</i>	Rocka (2003)
Pseudophyllidea			
<i>Parabothriocephalus johnstoni</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Rocka (2003)
Nematoda			
Spirurida			
<i>Ascarophis nototheniae</i>	A	Notothenioidei, Congiopodidae, Zoarcidae	Rocka (2003)
<i>Cystidicola beatriceinsleyae</i>	A	<i>Lycodichthys dearborni</i> , <i>L. antarcticus</i> (Zoarcidae)	Rocka (2003)
Ascaridida			
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	A	<i>Dissostichus mawsoni</i> , <i>D. eleginoides</i> (Nototheniidae)	Rocka (2004)
<i>Paranisakiopsis weddelliensis</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Rocka (2004)
<i>Dichelyne fraseri</i>	A	Notothenioidei, Muraenolepididae	Rocka (2004)
Anisakidae			
<i>Pseudoterranova decipiens</i>	L	Notothenioidei	Palm (1999)
<i>Contracaecum</i> D, E	L	Notothenioidei	Klöser <i>et al.</i> (1992)
<i>C. osculatum</i>	L	Notothenioidei	Klöser <i>et al.</i> (1992)
<i>Contracaecum</i> spp.	L	Notothenioidei	Palm <i>et al.</i> (1994)
<i>Anisakis</i> spp.	L	Notothenioidei	Palm <i>et al.</i> (1994)
Enoplida			
<i>Capillaria (Procapillaria) sp.</i>	A	<i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae)	Rocka (2004)
Acanthocephala			
Echinorhynchida			
<i>Aspersentis megarhynchus</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1991a)
<i>Aspersentis johni</i>	A	<i>Patagonotothen longipes</i> Nototheniidae	Laskowski & Zdzitowiecki (2004)
<i>Heterosentis heteracanthus</i>		Notothenioidei	
<i>Echinorhynchus petrotschenkoi</i>	A	Notothenioidei, <i>Macrourus whitsoni</i> (Macrouridae), <i>Muraenolepis microps</i> (Muraenolepididae)	Zdzitowiecki (1996)
<i>E. muraenolepisi</i>	A	<i>M. microps</i> (Muraenolepididae)	Zdzitowiecki (1991a)
<i>Hypoechinorhynchus magellanicus</i>	A	<i>Champocephalus esox</i> (Channichthyidae)	Laskowski & Zdzitowiecki (2008)
<i>Metacanthocephalus campbelli</i>	A	Notothenioidei, Zoarcidae	Zdzitowiecki (1996)
<i>M. dalmori</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1996)
<i>M. rennicki</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1991a)

<i>M. johnstoni</i>	A	Notothenioidei	Zdzitowiecki (1991a)
Polymorphida			
<i>Corynosoma arctocephali</i>	L	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1991a)
<i>C. bullosum</i>	L	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1991a)
<i>C. evae</i>	L	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1991a)
<i>C. beagleense</i>	L	<i>Champscephalus esox</i> (Channichthyidae)	Laskowski <i>et al.</i> (2008)
<i>C. hamanni</i>	L	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1984)
<i>C. pseudohamanni</i>	L	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1984)
<i>C. shackletoni</i>	L	Nototheniidae	Zdzitowiecki (1991a)
<i>Andracantha baylisi</i>	L	<i>Patagonotothen longipes</i> e <i>Champscephalus esox</i>	Zdzitowiecki & White (1992)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

- ASOC. 2007. The Antarctic and Southern Ocean Coalition. O Krill conta: conservando a integridade do ecossistema antártico. Porto Alegre: Núcleo Amigos da Terra/Brasil, 25 p. il.
- BARRERA-ORO E. 2002. The role of fish in the Antarctic marine food web: differences between inshore and offshore waters in the southern Scotia Arc and west Antarctic Peninsula. *Antarctica Science*, 14, 293-309.
- BRICKLE P., MACKENZIE K. 2007. Parasites as biological tags for *Eleginops maclovinus* (Teleostei: Eleginopidae) around the Falkland Islands. *Journal of Helminthology*, 81, 147–153.
- BRICKLE P., MACKENZIE K., PIKE A. 2005. Parasites of the Patagonian toothfish, *Dissostichus eleginoides* Smitt 1898, in different parts of the Subantarctic. *Polar Biology*, 28, 663–671.
- BRIGGS J.C. 2003. Marine centres of origin as evolutionary engines. *Journal of Biogeography*, 30, 1-18.
- CLARKE A., JOHNSTON N.M., MURPHY E.J., ROGERS A.D. 2006. Introduction. Antarctic ecology from genes to ecosystems: the impact of climate change and the importance of scale. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 1943, 1-5.
- CLARKE A., MURPHY E.J., MEREDITH M.P., KING J.C., PECK L.S., BARNES D.K.A., SMITH R.C. 2007. Climate change and the marine ecosystem of the western Antarctic Peninsula. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362, 149–166.

¹ Bibliografia apresentada segundo as normas da **Acta Parasitology**

- CONVEY P., STEVENS M.I. 2007. Antarctic Biodiversity. *Science*, 317, 1877-1878.
- DUQUESNE S., RIDDLE M.J. 2002. Biological monitoring of heavy metal contamination in coastal waters off Casey Station, Windmill Islands, East Antarctica. *Polar Biology*, 25, 206–215.
- EASTMAN J.T., 1991. Evolution and diversification of antarctic notothenioid fishes. *American Zoologist*, 31, 93-109.
- EASTMAN J.T. 2000. Antarctic notothenioid fishes as subjects for research in evolutionary biology. *Antarctic Science*, 12, 276-287.
- EASTMAN J.T. 2005. The nature of the diversity of Antarctic fishes. *Polar Biology*, 28, 93-107.
- EVERSON I. Fish biology. In: LAWS, R. M. *Antarctic Ecology*, London: Academic Press, 1984. 2, 491-532.
- FOCARDI S., BARGAGLI R., CORSOLINI S. 1995. Isomer-specific analysis and toxic potential evaluation of polychlorinated biphenyls in Antarctic fish, seabirds and Weddell seals from Terra Nova Bay (Ross Sea). *Antarctic Science* 7, 31–35.
- GIBSON D.I. 1976. Monogenea and Digenea from fishes. *Discovery Reports*, 36, 179-266.
- GON O., HEEMSTRA P.C. 1990. *Fishes of the Southern Ocean* (eds.) JLB Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown.
- HUREAU J.C. 1994. The significance of fish in the marine Antarctic ecosystems. *Polar Biology*, 14, 307-313.
- KENNICUTT M.C.Jr., MCDONALD S.J. 1996. *Marine disturbance - contaminants*. In: Ross R. M, Hofmann E, Quetin L. B (eds) Foundations for ecological research west of the Antarctic Peninsula 70. American Geophysical Union, 70, 401-415.
- KOCK K.H. 1992. *Antarctic fish and fisheries*. Cambridge: University Press, 359p.
- KLÖSER H., PLÖTZ J., PALM H.W., BARTSCH A., HUBOLD G. 1992. Adjustment of anisakid nematode life cycles to the high Antarctic food web as shown by *Contracaecum radiatum* and *C. osculatum* in the Weddell Sea. *Antarctic Sciences*, 4, 171-178.
- LA MESA M., EASTMAN J. T., VACCHI M. 2004. The role of notothenioid fish in the food web of the Ross Sea shelf waters: a review. *Polar Biology* 27, 321-338.

- LASKOWSKI Z., ROCKA A., ZDZITOWIECKI K., OZOUF-COSTAZ C. 2007. Occurrence of endoparasitic worms in dusky notothen, *Trematomus newnesi* (Actinopterygii Nototheniidae), at Adélie Land, Antarctica. *Polish Polar Research* 28, 37-42.
- LASKOWSKI Z., ROCKA A., ZDZITOWIECKI K., GHIGLIOTTI L., PISANO E. 2005. New data on the occurrence of internal parasitic worms in the *Gymnodraco acuticeps* and *Cygnodraco mawsoni* (Bathydraconidae) fish in the Ross Sea, Antarctica. *Polish Polar Research*, 26, 37-40.
- LASKOWSKI Z., WITOLD J., ZDZITOWIECKI K. 2008. Cystacanths of Acanthocephala in notothenioid fish from the Beagle Channel (sub-Antarctica). *Systematic Parasitology*, 70, 107–117.
- LUTNICKA H., ZDZITOWIECKI K. 1984. On some problems related to the occurrence of *Pseudobenedenia nototheniae* Johnston, 1931 (Monogenea, Capsalidae, Trochopodinae) off the South Shetlands. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 14,141-147.
- MARCOGLIESE D.J. 2001. Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environment. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 1331–1352.
- MASLEN N.R., CONVEY P. 2006. Nematode diversity and distribution in the southern maritime Antarctic-clues to history? *Soil Biology & Biochemistry*, 38, 3141-3151.
- MATTIUCCI S., NASCETTI G. 2008. Advances and Trends in the Molecular Systematics of Anisakid Nematodes, with Implications for their Evolutionary Ecology and Host–Parasite Co-evolutionary Processes. *Advances in Parasitology*, 66, 47-148.
- NEAR T. J., CHENG C.H.C. 2008. Phylogenetics of notothenioid fishes (Teleostei: Acanthomorpha): Inferences from mitochondrial and nuclear gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 47, 832-840.
- NICOL S., CROXALL J., RATHAN P., GALES N., MURPHY E. 2007. Paradigm misplaced? Antarctic marine ecosystems are affected by climate change as well as biological processes and harvesting. *Antarctic Science*, 19, 291-295.
- PALM H.W., ANDERSON K., KLOSER H. 1994. Occurrence of *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda) in fish from the south-eastern Weddell Sea (Antarctic). *Polar Biology*, 14, 539-544.

- PALM H.W., REIMANN N., SPINDLER M., PLOTZ J. 1998. The role of the rock cod *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844 in the life-cycle of Antarctic parasites. *Polar Biology*, 19, 399-406.
- PALM H.W. 1999. Ecology of *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) (Nematoda: Anisakidae) from Antarctic waters. *Parasitology Research*, 85, 638-646.
- PALM H.W., KLIMPEL S., WALTER T. 2007. Demersal fish parasite fauna around the South Shetland Islands: high species richness and low host specificity in deep Antarctic waters. *Polar Biology*, 30, 1513-1522.
- QUAYLE W.C., PECK L.S., PEAT H., ELLIS-EVANS J. C., HARRIGAN P.R. 2002. Extreme Responses to Climate Change in Antarctic Lakes. *Science*, 295, 645.
- RAPLEY C. 2007. Preface Antarctic ecology: from molecules to ecosystems. Part 1. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 362, 3.
- ROCKA A. 2002. Nematodes of fishes in the Weddell Sea (Antarctic). *Acta Parasitologica*, 47, 294-299.
- ROCKA A. 2003. Cestodes of the Antarctic fishes. *Polish Polar Research*, 24, 261-276.
- ROCKA A. 2004. Nematodes of the Antarctic fishes. *Polish Polar Research*, 25, 135-152.
- ROCKA A. 2006. Helminths of Antarctic fishes: Life cycle biology, specificity and geographical distribution. *Acta Parasitologica*, 51, 26-35.
- ROCKA A., ZDZITOWIECKI K. 1998. Cestodes in fishes of the Weddell Sea. *Acta Parasitologica*, 43, 64-70.
- ROHDE K., HO J. H., SMALES L., WILLIAMS R. 1998. Parasites of Antarctic fishes: Monogenea, Copepoda and Acanthocephala. *Marine and Freshwater Research*, 49, 121-125.
- ROKICKA M., LUMM, J., ZIETARA M.S. 2009. Two new Antarctic *Gyrodactylus* species (Monogenoidea): description and phylogenetic characterization. *Journal of Parasitology*, 95(5), 1112-1119.
- ROKICKA M. 2009. Report on species of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832, distribution in polar regions. *Polar Science*, 3, 203-206.
- SILVA J. R. M. C., STAINES N. A., PARRA O. M., HERNANDEZ-BLAZQUEZ F. J. 1999. Experimental studies on the response of the fish (*Notothenia coriiceps* Richardson, 1844) to parasite (*Pseudoterranova decipiens* Krabbe, 1878) and other irritant stimuli at Antarctic temperatures. *Polar Biology*, 22, 417-424.

- SURES B., REIMANN N. 2003. Analysis of trace metals in the Antarctic host-parasite system *Notothenia coriiceps* and *Aspersentis megarhynchus* (Acanthocephala) caught at King George Island, South Shetland Islands. *Polar Biology*, 26, 680-686.
- THATJE S. 2005. The future fate of the Antarctic marine biota? *TRENDS in Ecology and Evolution*, 20, 418-419.
- WALTER T., PALM H.W., PIEPIORKA S., RUCKERT S. 2002. Parasites of the Antarctic rattail *Macrourus whitsoni* (Regan, 1913) (Macrouridae, Gadiformes). *Polar Biology*, 25, 633-640.
- WALTHER G.R., POST E., CONVEY P., MENZEL A., PARMESANK C., BEEBEE T.J.C., FROMENTIN J.M., HOEGH-GULDBERG O., BAIRLEIN F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389-395.
- WOJCIECHOWSKA A., ZDZITOWIECKI K., PISANO E., VACCHI M. 1994. The tetraphyllidean cercoids from bony fishes occurring in the Ross Sea (Antarctic). *Acta Parasitologica*, 39, 13-15.
- WOJCIECHOWSKA A. 1991. Some tetraphyllidean and diphyllidean cestodes from Antarctic batoid fishes. *Acta Parasitologica Polonica*, 36, 69-74.
- XU Q., CHENG C.H.C., HU P., YE H., CHEN Z., CAO L., CHEN L., SHEN Y., CHEN L. 2008. Adaptive Evolution of Hcpidin Genes in Antarctic Notothenioid Fishes. *Molecular Biology and Evolution* 25, 1099-1112.
- ZDZITOWIECKI Z. 1990. Occurrence of acanthocephalans in fishes of the open sea off the South Shetlands and South Georgia (Antarctic). *Acta Parasitologica Polonica*, 35, 131-142.
- ZDZITOWIECKI Z. 1991a. Antarctic Acanthocephala. In: Synopses of the Antarctic benthos. Vol. 3 (Eds. J.W. Wägele and J. Sieg). Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- ZDZITOWIECKI Z. 1991b. Occurrence of digeneans in open sea fishes off the South Shetland Islands and South Georgia, and a list of fish digeneans in the Antarctic. *Polish Polar Research*, 12, 55-72.
- ZDZITOWIECKI Z. 1996. Acanthocephala in fish in the Weddell Sea (Antarctic). *Acta Parasitologica*, 41, 199-203.
- ZDZITOWIECKI Z. 1997a. Antarctic Digenea, parasites of fishes. In: Synopses of the Antarctic benthos. Vol. 8 (Eds. J.W. Wägele and J. Sieg). Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

- ZDZITOWIECKI Z. 1997b. Digenea of fishes of the Weddell Sea. IV. Three opascoelid species of the genera *Neolebouria*, *Helicometra* and *Stenakron*. *Acta Parasitologica*, 42, 138-143.
- ZDZITOWIECKI Z. 1997c. Digenea of fishes of the Weddell Sea. V. Two new species of the genus *Stringophorus* (Fellodistomidae). *Acta Parasitologica*, 42, 144-148.
- ZDZITOWIECKI Z. 1997d. Digenea of fishes of the Weddell Sea. VI. The superfamily Hemiuroidea. *Acta Parasitologica*, 42, 219-224.
- ZDZITOWIECKI Z. 1998a. Diversity of Digenea, parasites of fishes in various areas of the Antarctic. In: Fishes of Antarctica. A biological review (Eds. G. di Prisco, E. Pisano and A. Clarke). Springer Verlag, Italia, pp. 87-94.
- ZDZITOWIECKI Z. 1998b. *Helicometra pisanosae* sp. n. (Digenea, Opascoelidae), a parasite of a fish, *Trematomus hansonii*, in the Eastern Antarctic. *Acta Parasitologica*, 43, 26-29.
- ZDZITOWIECKI Z., CIELECKA D. 1997a. Digenea of fishes of the Weddell Sea. I. Parasites of *Macrourus whitsoni* (Gadiformes, Macrouridae). *Acta Parasitologica*, 42, 23-30.
- ZDZITOWIECKI Z., CIELECKA D. 1997b. Digenea of fishes of the Weddell Sea. II. The genus *Macvicaria* (Opascoelidae). *Acta Parasitologica*, 42, 77-83.
- ZDZITOWIECKI Z., CIELECKA D. 1997c. Digenea of fishes of the Weddell Sea. III. The Lepocreadiidae (genera *Neolepidapedon* and *Lepidapedon*), parasites of Notothenioidea. *Acta Parasitologica*, 42, 84-91.
- ZDZITOWIECKI K. 1999. Digeneans of the families Opascoelidae and Lepocreadiidae, parasites of *Lepidonotothen macrophthalma* from the North Scotia Ridge, and remarks on the discrimination of *Neolepidapedon magnatestis* and *N. trematomi*. *Acta Parasitologica*, 44, 233-240.
- ZDZITOWIECKI Z., LASKOWSKI Z. 2004. Helminths of an Antarctic fish, *Notothenia coriiceps*, from the Vernadsky Station (Western Antarctica) in comparison with Admiralty Bay (South Shetland Islands). *Helminthologia*, 41, 201-207.
- ZDZITOWIECKI K., PISANO E. 1996. New records of Digenea infecting elasmobranch and teleost fish off Heard Island (Kerguelen sub-region, sub-Antarctic). *Archive of Fishery and Marine Research*, 43, 265-272.

CAPÍTULO II

**Diversidade de helmintos de *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844 da Baía do
Almirantado, Ilha do Rei George, Península Antártica²**

Alison Carlos Wunderlich^{1,4}; Ana Cristina Casagrande^{2,3}; Eliana Reiko Matushima^{2,3};
José Luiz Catão-Dias^{2,3,5}; Luiz Carlos de Sá-Rocha^{2,3} & Reinaldo José da Silva^{1,5}

¹UNESP, Instituto de Biociências, Depto. Parasitologia, Laboratório de Parasitologia de
Animais Silvestres, Botucatu, SP, wunderlich@ibb.unesp.br

²USP, FMVZ, Departamento de Patologia, São Paulo, SP

² Trabalho redigido segundo as normas da revista **Antarctic Science**.

RESUMO

A busca por fatores que levam a variação na composição e estrutura das comunidades de parasitas é um ponto chave nos estudos de ecologia do parasitismo. O presente estudo teve como objetivos avaliar se a composição, estrutura e diversidade das comunidades componentes de helmintos de *Notothenia coriiceps* podem variar em termos locais e temporais na baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica. Os peixes foram coletados em cinco locais diferentes denominados, Arctowski, Ipanema, Punta Ullman, Refúgio I e Smok Point, totalizando 126 indivíduos. Após capturados, os peixes foram necropsiados e os parasitas encontrados foram coletados, quantificados, fixados e identificados. Todos os peixes foram infectados por pelo menos uma espécie de helminto parasita. Das 13 espécies de helmintos encontradas, cinco eram larvas (2 cestóides, 2 nematóides e 1 acantocéfalo) e oito adultos (5 digenéticos e 3 de acantocéfalos). As espécies dominantes e com as maiores intensidades em todos os locais foram adultos de *Macvicaria georgiana* e *Aspersentis megarhynchus* e cisticanto de *Corynosoma* sp., com destaque para os locais Arctowski e Smok Point. As espécies *Genolinea bowesi*, *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *Metacanthocephalus johnstoni* e larvas de Tetrphyllidae apresentaram um padrão relativamente semelhante de infecção. A riqueza local variou de 9-11 *taxa*, seguidos por 13 e 11 no primeiro e segundo verão, enquanto que a riqueza de toda a baía (regional) atingiu 13 *taxa*. O índice de diversidade e equitabilidade tiveram pouca variação entre os locais, enquanto que para a baía (regional) e entre os anos praticamente não diferiu. As comunidades componentes com base na diversidade exibiram pouca variação entre as localidades estudadas, demonstrando que as espécies de helmintos se distribuem quase igualmente na baía do Almirantado. Apesar da distância entre os locais ter de 2 a 9 km, isso parece não influenciar esta diversidade, mas ser fator chave para as variações dos níveis de infecções entre as espécies estudadas.

Palavras chaves: Helmintofauna, infracomunidade, diversidade de parasitas, riqueza local e regional, nototenídeos, Antártica.

ABSTRACT

The search for factors that lead to variation in composition and community structure of parasites is a key point in studies of the ecology of parasitism. This study aimed to evaluate the composition, structure and diversity of helminth communities components of *Notothenia coriiceps* may vary on a local and temporal in Admiralty Bay, King George Island, Antarctic Peninsula. Fish were collected at five different locations named as Arctowski, Ipanema, Punta Ullman, Refuge I, and Smok Point, totaling 126 individuals. Once captured, fish were necropsied and the parasites found were collected, quantified, identified and fixed. All fish were infected with at least one species of helminth parasites. Of the 13 helminth species found, five were larvae (2 cestodes, 2 nematodes and 1 acanthocephalan) and eight adults (five digenean and three acanthocephalans). The dominant species and with greater intensities at all sites were adults of *Macvicaria georgiana*, *Aspersentis megarhynchus* and cistacanth of *Corynosoma* sp., with emphasis on Arctowski and Smok Point places. The species *G. bowersi*, *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *Metacanthocephalus johnstoni* and Tetrathyllidae larvae showed a relatively similar pattern of infection. The local species richness ranged from 9-11 species, followed by 13 and 11 in the first and second summer, while the wealth of the entire bay (regional) species was 13. The diversity index and evenness had little variation among locations, while the bay (regional) and between the years virtually had no differences. Communities based on diversity components showed little variation among the areas studied, demonstrating that the helminth species are distributed almost equally in Admiralty Bay. Despite the distance between the sites have from 2 to 9 km, this does not influence this diversity, but to be a key factor for the variations in the levels of infection among species.

Key words: Helminths, infracommunities, parasite diversity, local and regional richness, nototenids, Antarctic.

INTRODUÇÃO

Notothenia coriiceps tem distribuição circumpolar (DEWITT *et al.* 1990) e é uma das espécies de peixe dominantes nas águas Antárticas, principalmente em torno do arquipélago das Ilhas Shetland do Sul (CASAUX *et al.* 1990; LA MESA *et al.* 2004). Esta espécie é demersal e tem hábitos sedentários (BARRERA-ORO & CASAUX, 1990; FANTA *et al.*, 2003), podendo atingir profundidade de até 700 metros (GON & HEEMSTRA, 1990; EKAU, 1990). Além disso, ocupa uma posição central na cadeia trófica do ecossistema marinho da Antártica, sendo comparado ao “krill” *Euphausia superba* (HUREAU, 1994).

As primeiras investigações sobre a fauna parasitária desta espécie de peixe foram realizadas por LINSTOW (1892) e RAILLIET & HENRY (1907), nas quais os autores encontraram larvas de acantocéfalos e nematóides na cavidade e parede do estômago, respectivamente. Mais tarde, outros estudos, revelaram uma rica e diversificada fauna de parasitas incluindo monogenéticos, digenéticos, cestóides, nematóides, acantocéfalos e hirudíneos (JOHNSTON, 1937a,b; JOHNSTON & BEST, 1937; JOHNSTON & MAWSON, 1945; MAWSON, 1953 e SZIDAT, 1965). Nas últimas décadas, os trabalhos se concentraram nos trematódeos e acantocéfalos (ZDZITOWIECKI, 1986 e 1988; ZDZITOWIECKI & PISANO, 1996; ZDZITOWIECKI & WHITE, 1996; ZDZITOWIECKI, 1997; ZDZITOWIECKI & CIELECKA, 1997a,b,c; LASKOWSKI & ZDZITOWIECKI, 2004; LASKOWSKI *et al.*, 2008), cuja abundância e riqueza supera os demais *taxa* de parasitas encontradas nos peixes antárticos.

A fauna parasitária de *N. coriiceps* é uma das mais bem estudadas entre os peixes antárticos, desempenhando um importante papel na transmissão e distribuição dos parasitas no ecossistema antártico, pois abriga mais de 37 espécies de parasitas (PALM *et al.*, 1998; ZDZITOWIECKI & LASKOWSKI, 2004). Dessas 37 espécies, 32 são de helmintos (20 adultos e 12 larvas) e 5 de ectoparasitas, tornando-se uma das espécies de peixes antárticos com a mais alta diversidade parasitária (PALM *et al.* 1998). Apesar do significativo conhecimento a respeito da fauna parasitária desta espécie de peixe, os trabalhos se concentraram essencialmente nas descrições morfológicas de espécies (LUTNICKA & ZDZITOWIECKI, 1984; ZDZITOWIECKI, 1991a,b; ZDZITOWIECKI, 1997a,b,c,d; ROCKA, 2002; ROKICKA, 2009) com

poucos estudos sobre a influência das características locais na composição e diversidade das comunidades componentes de parasitas.

A composição e dinâmica das infracomunidades de parasitas de peixes são influenciadas por eventos estocásticos, resultando em mudanças na sua estrutura e diversidade, particularmente em respostas as mudanças de hábitat (KENNEDY, 1993). Essas mudanças também são devidas aos fatores abióticos (ROHDE, 1993; MARCOGLIESE & CONE, 1996; GOATER *et al.*, 2005) e as diferenças na dieta dos peixes marinhos em diferentes profundidades (TKACHUK, 1985; OLIVA *et al.*, 2004). Campbel (1990) também encontrou um decréscimo da diversidade de parasitas, prevalência e níveis de infecções com o aumento de profundidades, bem como com as distâncias da costa.

A grande maioria dos estudos de comunidades de helmintos é baseada em conjuntos de dados coletados em curtos períodos (BUSH & HOLMES, 1986; KENNEDY & BAKKE, 1989; KOSKIVAARA & VALTONEN, 1992; WALTER *et al.*, 2002; LASKOWSKI *et al.*, 2007) e muitas investigações tem usado dados obtidos de amostras tomadas em uma única ocasião (KENNEDY, 1978; KENNEDY *et al.*, 1986; GOATER & BUSH, 1988; BUSH & WOLFE, 1991; PALM *et al.*, 1998; ZDZITOWIECKI & LASKOWSKI, 2004). Os estudos parasitológicos realizados até o momento na baía do Almirantado se basearam em amostras pontuais dentro e no entorno da baía (PALM *et al.*, 1998; ZDZITOWIECKI & LASKOWSKI, 2004; PALM *et al.*, 2007) e restritos a locais com pequenas profundidades (LASKOWSKI & ZDZITOWIECKI, 2005). Além disso, muitos estudos sobre a helmintofauna de peixes antárticos foram realizados na região oeste da Península Antártica (ZDZITOWIECKI, 1991b, 1997b,c,d; ROCKA, 2003, 2004; LASKOWSKI & ZDZITOWIECKI, 2005), enquanto que ao leste desta península, onde se localiza a Ilha Rei George esses trabalhos são ainda escassos (SZIDAT, 1965; HOBERG, 1986; ZDZITOWIECKI & LASKOWSKI, 2004).

Com base na possibilidade de que a composição e estrutura das comunidades de helmintos parasitas possam sofrer influência das características locais, este estudo tem como objetivos avaliar se a composição, estrutura e diversidade das comunidades componentes de helmintos de *N. coriiceps* variam em termos locais e temporais na baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta dos peixes

As coletas foram realizadas na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, durante o período de outubro de 2000 a abril de 2001 (ano 1) e outubro de 2001 a abril de 2002 (ano 2), compreendendo o verão antártico (ECHEVERRÍA & PAIVA, 2006).

Os peixes foram capturados com redes de espera trimalha (tipo feiticeira) com tempo de espera de 12 às 48h. Foram coletados no total 126 espécimes de *N. coriiceps* (Figura 1) em cinco locais distribuídos na baía do Almirantado, a saber: Arctowski (AR; n = 54), Ipanema (IP; n = 15), Punta Ullman (PU; n = 14), Refúgio I (RE; n = 11) e Smok Point (SP; n = 32) (Figura 2).



Figura 1. Espécime de *Notothenia coriiceps* (Fonte: Museu da Nova Zelândia, número de tombo: P.040097).

O comprimento padrão dos peixes na baía variou de 14-54 cm (média = $33,1 \pm 7,8$), com diferença significativa ($H = 22,401$; $p < 0,001$) entre os locais amostrados ($AR^a = 36,6 \pm 5,1$; $IP^a = 34,9 \pm 5,9$; $PU^b = 27,9 \pm 9,6$; $RE^b = 25,3 \pm 7,8$; $SP^a = 32,9 \pm 7,6$).

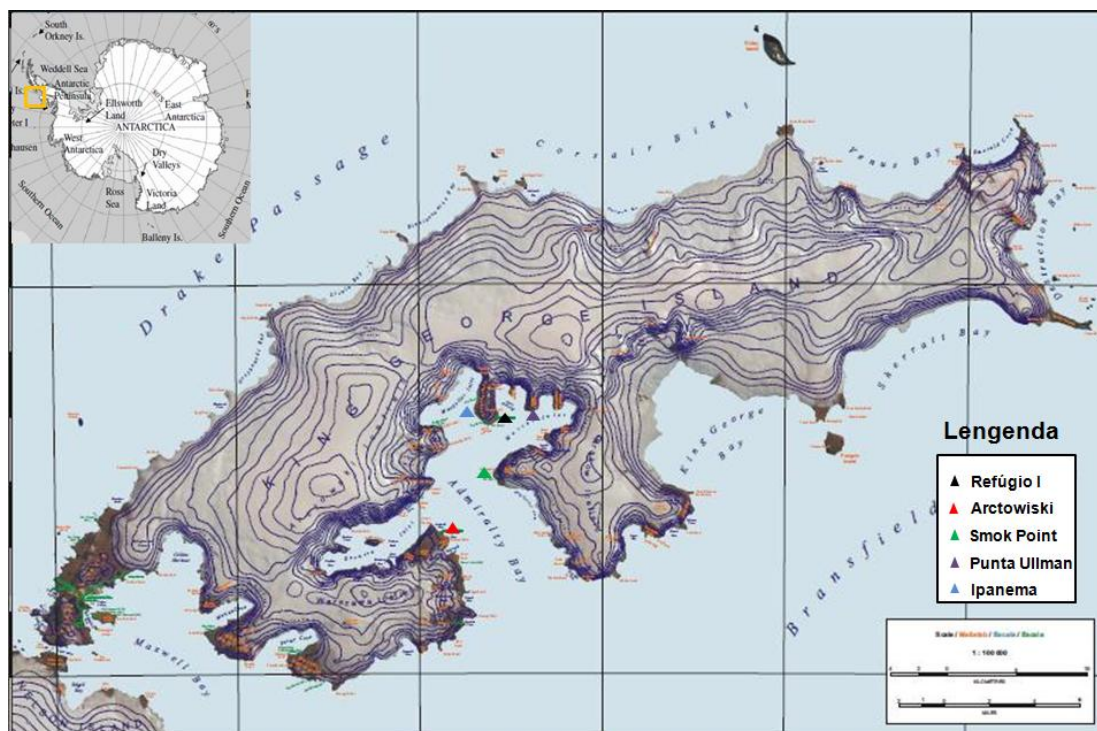


Figura. 2. Mapa da Antártica com detalhes da área de estudo (Ilha Rei George) e os respectivos locais de coleta (Adaptado de Simões *et al.*, no prelo).

A baía do Almirantado tem um formato em T com uma área de 122km² e uma profundidade máxima de 535m (ECHEVERRIA *et al.*, 2005). As características geográficas dos pontos de coleta estão apresentadas na Tabela 1. As linhas batimétricas de cada localidade variaram de 25 (azul claro) a 600 (azul escuro) metros de profundidade (Figura 3).

Tabela 1. Caracterização dos cinco locais amostrados na baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica.

Local	Varição da Profundidade	Distância (km) da EACF*	Posição na baía	Referências
AR	50-300	9	Desembocadura	Simões <i>et al.</i> (no prelo)
IP	25-100	2	Enseada MacKellar	Fanta <i>et al.</i> , (2003)
PU	30-100	3	Enseada Martel	Fanta <i>et al.</i> , (2003)
RE	30-100	1,5	Enseada Martel	Fanta <i>et al.</i> , (2003)
SP	50-200	5	Desembocadura da Enseada Martel	Fanta <i>et al.</i> , (2003)

*EACF: Estação Antártica Comandante Ferraz

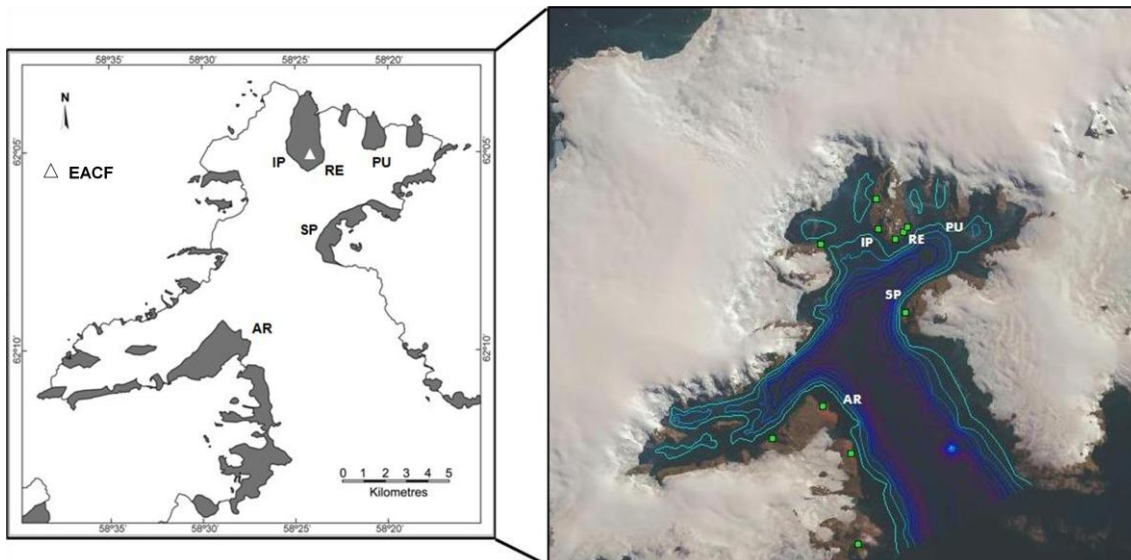


Figura 3. Mapa da baía do Almirantado com os locais de coleta e a linhas batimétricas da região (Adaptado de Simões *et al.*, no prelo).

Coleta dos Parasitas

Os peixes coletados na Baía do Almirantado foram transportados em caixas terminas até o laboratório da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) onde foram necropsiados. No laboratório foram dissecados com incisão ântero-posterior para retirada dos seguintes órgãos: cérebro, olhos, coração, fígado, baço, vesícula biliar, canal alimentar, rim, bexiga urinária e gônadas. Os parasitas encontrados foram coletados, quantificados e fixados. Os digenéticos foram fixados em ALFAC (450 ml de álcool 80% + 50 ml de formol 10% + 25 ml de ácido acético glacial), entre lâmina e lamínula, enquanto os cestóides foram fixados em formol a 10% aquecido. Os acantocéfalos foram relaxados em água a 4 °C e fixados em álcool 70% 5% de glicerina, enquanto os nematóides foram fixados em ácido acético, e posteriormente mantidos em álcool 70% + 5% de glicerina. Para a identificação os digenéticos, cestóides e acantocéfalos foram corados em carmim clorídrico e clarificados em creosoto enquanto os nematóides foram clarificados em lactofenol.

Identificação dos Parasitas

A identificação dos helmintos foi realizada de acordo com a literatura especializada da área, como detalhada abaixo para cada grupo:

- Trematoda, Digenea: ZDZITOWIECKI (1997a,b,c,d; 1998a,b), ZDZITOWIECKI & CIELECKA (1997a,b,c);
- Cestoda: WOJCIECHOWSKA (1991), ROCKA & ZDZITOWIECKI (1998), ROCHA (2003);
- Nematoda: ROCKA (2002 e 2004);
- Acanthocephala: ZDZITOWIECKI (1990 e 1991a), LASKOWSKI *et al.*, (2008).

Todas as análises morfológicas e morfométricas foram realizadas no Laboratório de Parasitologia de Animais Silvestres, do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências de Botucatu, Unesp. Para a documentação, mensuração e identificação dos parasitas foram utilizados microscópios ópticos (DMLB) e de contraste diferencial (DIC), acoplado a um sistema computadorizado de análise de imagem (QWin Lite 3.1, Leica ou LAS).

Os parasitas serão depositados como material testemunho na Coleção Helmintológica do Departamento de Parasitologia do Instituto de Biociências de Botucatu (CHIBB), da UNESP, campus de Botucatu.

Análises dos Dados

O comprimento padrão (cm) dos peixes, as prevalências e as abundâncias parasitárias de cada espécie de parasita entre os cinco locais de coleta foram comparados através do teste Qui-Quadrado (k amostras) e pela análise de Kruskal-Wallis (H). Para verificar uma possível correlação entre o comprimento (macho e fêmea) e a abundância parasitária foi usado o coeficiente de correlação de Spearman (r). Os testes Z e U de Mann-Whitney foram usados para determinar o possível efeito do sexo dos hospedeiros em relação à prevalência e abundância de cada espécie de parasito, respectivamente (ZAR, 1999). Para as análises foram utilizadas somente as espécies que apresentaram prevalências superiores a 10% (BUSH *et al.*, 1997).

Os descritores populacionais tais como prevalência, intensidade média da infecção, abundância média, foram calculados de acordo com Bush *et al.* (1997). O

termo infracomunidade se refere a comunidade de helmintos num único hospedeiro, enquanto que comunidade componente é a comunidade de helmintos de uma população de hospedeiros coletados em um determinado momento (BUSH *et al.*, 1997). Foram consideradas espécies centrais aquelas com prevalências acima de 60% (BUSH & HOLMES, 1986).

A riqueza parasitária (número de espécies de parasitas), diversidade e equitabilidade foram calculadas pelo índice de Brillouin (H_B) com logaritmo na base 10 (KREBS, 1999; MAGURRAN, 2004). Esses descritores comunitários foram calculadas para as comunidades componentes dos cinco locais (AR, IP, PU, RE e SP), bem como para os dois anos (ano 1 e 2) e para a baía do Almirantado como um todo (regional).

Para testar a similaridade entre os locais amostrados na baía com base na presença/ausência e abundâncias das espécies de parasitas foi utilizado o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis, onde 0 corresponde ao máximo de similaridade entre as comunidade, ao passo que 1 se refere ao máximo de dissimilaridade (KREBS, 1999). Para visualizar esta análise de agrupamento dos índices de similaridade foi selecionado um dendrograma usando o método de UPGMA (*unweighted pair-group method with arithmetic mean*). O índice de Bray-Curtis tem sido amplamente utilizado para comparar comunidades componentes de parasitas em diferentes escalas (MAGURRAN, 2004). Além do dendrograma, foi realizada uma análise de coordenadas principais (PCO), utilizando Bray-Curtis como medida de similaridade entre os locais e uma análise de componentes principais (PCA) para verificar uma possível associação entre as espécies com mesmo padrão de infecção.

Para saber se os locais amostrados podem ser separados com base nas abundâncias das espécies de parasitas, procedeu-se uma análise discriminante que tem como objetivo classificar grupos que possuem as mesmas características de abundância e ocorrência (MANLY, 2008). Esta análise produziu uma matriz de covariâncias amostrais dos locais analisados (AR, IP, PU, RE e SP) que serviu para gerar um gráfico de *scatterplot* com as abundâncias dos parasitas nos cinco locais na baía do Almirantado.

As análises estatísticas, índices de diversidade e similaridade foram realizadas nos seguintes programas: SigmaStat 3.5 (STATCON), Statistica 7.0 (STATSOFT), PC-ORD 5 (MCCUNE & MEFFORD, 2006), Ecological Methodology 7 (KREBS, 1999) e MVSP 3.1 (KOVACH COMPUTING SERVICES, 1985-2002).

RESULTADOS

A helmintofauna de *N. coriiceps* encontrada incluiu espécies pertencentes a 13 taxa: *Genolinea bowersi*, *Elytrophalloides oatesi*, *Lepidapedon garrardi*, *Gonocerca phycidis* e *Macvicaria georgiana* (Digenea); larvas de Diphyllbothridae e Tetraphyllidae (Cestoda); larvas de *Pseudoterranova* sp. e *Contracaecum* sp. (Nematoda); e *Aspersentis megarhynchus*, *Metacanthocephalus johnstoni*, *Echinorhynchus petrotschenkoi* e cistacanto de *Corynosoma* sp. (Acanthocephala) (Tabela 2).

Todos os peixes (n = 126) estavam infectados por pelo menos uma espécie de helminto (prevalência geral = 100%). Das 13 espécies de helmintos encontradas, cinco estavam em estágio larval (2 cestóides, 2 nematóides e 1 acantocéfalo) e oito eram adultos (5 digenéticos e 3 acantocéfalos) (Tabela 2). As prevalências da maioria das espécies estudadas nos cinco locais não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) (Figura 4), com exceção das larvas de *Pseudoterranova* sp. ($\chi^2 = 14,42$; $p = 0,006$) (Figura 5).

As espécies dominantes em todos os locais foram adultos de *M. georgiana* e *A. megarhynchus* e cistacanto de *Corynosoma* sp., com prevalências acima de 80%. O digenético *G. bowersi* e o nematóide *Pseudoterranova* sp. apresentaram prevalência intermediária entre as espécies de parasitas em todos os locais. Algumas espécies, como por exemplo, *G. phycidis* (AR = 1), *E. petrotschenkoi* (PU = 1) e *E. oatesi* (IP = 1, PU = 1 e RE = 2) apresentaram distribuição mais restrita (Tabela 2). As maiores intensidades de infecção e abundâncias foram relatadas para as espécies *M. georgiana*, *A. megarhynchus* e *Corynosoma* sp. com destaque para os locais Arctowski e Smok Point (Tabela 2). Essas três espécies apresentaram um padrão de infecção relativamente semelhante, bem como as espécies *G. bowersi*, *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., *M. johnstoni* e larvas de Tetraphyllidae (Figura 6). Estes padrões foram sustentados pelo eixo 1 da análise de componentes principais (PCA), o qual explicou 82,8% da variabilidade dos dados.

A prevalência e a abundância média das nove espécies analisadas não apresentaram diferenças significativas entre os sexos ($p > 0,05$), com exceção de *Pseudoterranova* sp. que diferiu na abundância de infecção ($U = 1830$; $p = 0,042$). No entanto, a correlação entre o comprimento padrão e a abundância média de infecção foi positiva para três espécies nos machos (*Contracaecum* sp., *Corynosoma* sp. e

Pseudoterranova sp.) e cinco nas fêmeas (*A. megarhynchus*, *Contracaecum* sp., *Corynosoma* sp., *M. georgiana* e *Pseudoterranova* sp.) (Tabela 3). A abundância média dos helmintos diferiu entre os locais, com destaque para o cistacanto de *Corynosoma* sp. ($H = 21,436$; $p < 0,001$), *G. bowersi* ($H = 11,683$; $p < 0,019$), *M. georgiana* ($H = 33,398$; $p < 0,001$) e o nematóide *Pseudoterranova* sp. ($H = 20,989$; $p < 0,001$) (Tabela 4).

A riqueza de espécies de helmintos regional (baía) foi de 13 *taxa*, com uma riqueza local de no máximo 11 *taxa*, com média de 10,2 (9-11). Enquanto que a riqueza de cada ano foi de 13 e 11 no primeiro e segundo verão, respectivamente. As espécies centrais oscilaram entre 4-6 nas localidades e 5-6 entre os anos. O índice de diversidade e equitabilidade calculados para as comunidades componentes tiveram pouca variação entre os locais (IP > PU > SP > RE > AR), enquanto que para a baía (regional) e entre os anos praticamente não houve grandes diferenças (Tabela 5). Em relação a presença/ausência e abundância dos parasitas dos cinco locais houve uma separação em dois grupos, com um valor de dissimilaridade de 0,70 entre eles (Figura 7). Esse agrupamento das comunidades componentes de *N. coriiceps* também pode ser observado na análise de coordenadas principais (PCO), o qual juntou os locais AR e SP, separando-os dos demais (RE, PU, e IP) (Figura 8). Essa separação em dois grupos foi sustentada pelo eixo 1, o qual explicou 75,5% da variabilidade dos dados.

O resultado da análise discriminante com base na presença/ausência e abundância dos parasitas também revelou diferenças significativas entre os locais (Wilks' Lambda = 0,392; $F_{52,42} = 2,23$; $p = 0,0001$), principalmente entre AR e SP, com certa sobreposição de IP, PU e RE (Figura 9).

Tabela 2. Dados de prevalência (P%), intensidade média (IM±SE), abundância média (AM±SE) e sítio de infecção (SI) dos helmintos parasitas de *N. coriiceps* coletados em cinco locais na baía do Almirantado, Antártica.

Espécie	SI	AR (n=54)			IP (n=15)			PU (n=14)			RE (n=11)			SP (n=32)		
		P	IM±SE (AV)	AM±SE (AV)	P	IM±SE (AV)	AM±SE (AV)	P	IM±SE (AV)	AM±SE (AV)	P	IM±SE (AV)	AM±SE (AV)	P	IM±SE (AV)	AM±SE (AV)
Trematoda																
<i>Genolinea bowersi</i>	EO, ES	71,1	12±3,3 (1-115)	8,5±2,4 (0-115)	46,7	11,6±4,9 (1-36)	5,4±2,7 (0-36)	69,2	7,8±2,9 (1-25)	5,4±2,3 (0-25)	72,7	10,4±3,4 (1-29)	7,5±2,8 (0-29)	100	19,3±4,6 (1-104)	19,3±4,6 (0-104)
<i>Elytrophalloides oatesi</i>	ES				6,7	1	0,07	15,4	1	0,15	9,1	2	0,09			
<i>Lepidapedon garrardi</i>	ID, IG RE	11,5	2±0,4 (1-4)	0,2±0,1 (0-4)	20	1,3±0,3 (1-2)	0,3±0,15 (0-2)	15,4	1,5±0,5 (1-2)	0,23±0,17 (0-2)	9,1	2	0,18	17,9	2,1±0,3 (1-3)	0,36±0,15 (0-3)
<i>Gonocerca phycidis</i>	ES	1,9	1	0,02												
<i>Macvicaria georgiana</i>	CE, ID IG, RE	100	130±15,8 (1-436)	130±15,8 (0-436)	100	42,5±14,1 (3-217)	42,5±14,1 (0-217)	100	47,8±13,6 (1-158)	47,8±13,6 (0-158)	100	34±20,3 (1-229)	34±20,3 (0-229)	92,9	41,5±14,3 (3-340)	38,6±13,4 (0-340)
Cestoda																
Diphyllobothridae*	CA, ES, ME,RE				6,7	62	4,1±4,1 (0-62)							3,1	11	0,34±0,34 (0-11)
Tetraphyllidae*	CE,ES ID,IG RE	42,6	5,1±1,6 (1-32)	2,2±0,8 (0-32)	53	7,2±1,9 (1-15)	3,9±1,4 (0-15)	50	21,1±11,9 (1-87)	9,9±6,1 (0-87)	27,3	1,7±0,7 (1-3)	0,45±0,3 (0-3)	43,7	6,08±2,3 (1-29)	2,65±1,12 (0-29)
Nematoda																
<i>Pseudoterranova</i> sp.*	CA,ES FI,ID IG,ME	81,5	6,9±1,1 (1-38)	5,6±0,9 (0-38)	60	4,2±2,4 (1-23)	2,5±1,5 (0-23)	64,3	5,7±3,01 (1-29)	3,6±2,04 (0-29)	27,3	1,3±0,3 (1-2)	0,36±0,2 (0-2)	75	9,5±3,5 (1-84)	7,1±2,7 (0-84)
<i>Contraecaecum</i> sp.*	CA,CE FI,ID IG,RE	46,3	3,8±0,7 (1-15)	1,8±0,4 (0-15)	53,3	4,4±1,6 (1-15)	2,3±1,01 (0-15)	42,8	11,5±10,1 (1-62)	4,9±4,4 (0-62)	36,4	4,5±0,9 (3-6)	1,64±0,74 (0-6)	50	12,7±7,9 (1-130)	6,3±4,06 (0-130)

Tabela 2. Continuação.

Espécie	SI	AR (n=54)			IP (n=15)			PU (n=14)			RE (n=11)			SP (n=32)		
		P	IM±E (range)	AM±E (range)	P	IM±E (range)	AM±E (range)	P	IM±E (range)	AM±E (range)	P	IM±E (range)	AM±E (range)	P	IM±E (range)	AM±E (range)
Acanthocephala																
<i>Aspersentis megarhynchus</i>	CE,ES ID,IG ME,RE	94,4	62,9±7,5 (3-279)	59,4±7,3 (0-279)	100	51,3±6,7 (23-120)	51,3±6,8 (23-120)	85,7	46,5±15,6 (1-179)	39,8±14,05 (0-179)	100	29,6±6,5 (1-64)	29,6±6,5 (1-64)	96,9	45,1±6,08 (2-152)	43,7±6,06 (0-152)
<i>Metacanthocephalus johnstoni</i>	CE,ID IG,RE	11,1	5,8±1,7 (1-10)	0,6±0,3 (0-10)	13,3	25±14 (11-39)	3,3±2,6 (0-39)	7,14	1	0,07±0,07 (0-1)				3,12	9	0,28±0,28 (0-9)
<i>Echinorhynchus petrotschenkoi</i>	RE							7,14	1	0,07±0,07 (0-1)						
<i>Corynosoma sp. Cistacanto*</i>	CA,CE EO,ES FI,ID IG,ME	92,6	91,2±11,1 (7-401)	84,5±10,8 (0-401)	100	36,3±15,2 (1-231)	36,3±15,2 (1-231)	85,7	67±30,1 (3-354)	57,4±26,4 (0-354)	81,8	12±4,1 (1-38)	9,8±3,6 (0-38)	93,7	105,7±24,6 (2-656)	99,1±23,5 (0-656)

*larva; SE=erro padrão da média; AV – amplitude variação (valores mínimo e máximo) CE=cecos; ES=estômago; EO=esôfago; FI=fígado; ID=intestino delgado; IG=intestino grosso; CA=cavidade; ME=mesentério; RE=reto; GO=gônada; RI=rím

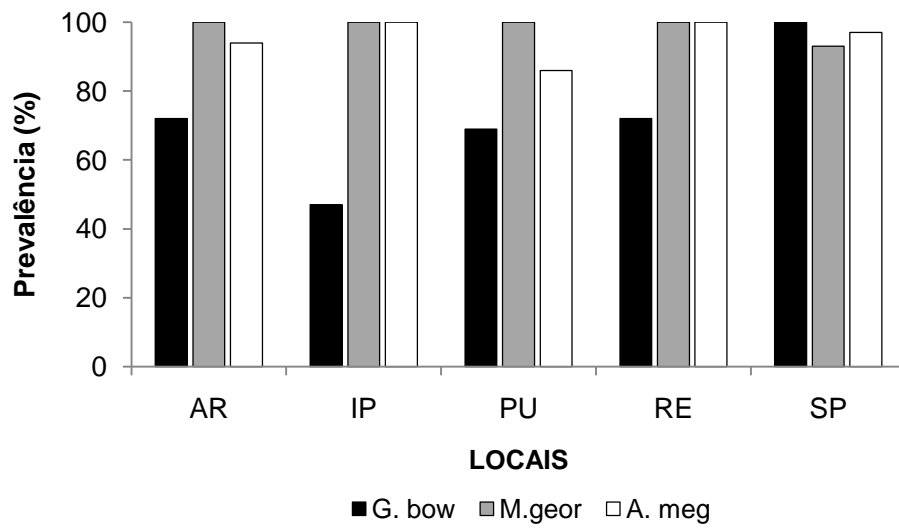


Figura 4. Prevalências de parasitas adultos nos cinco locais na Baía do Almirantado ($p > 0,05$).

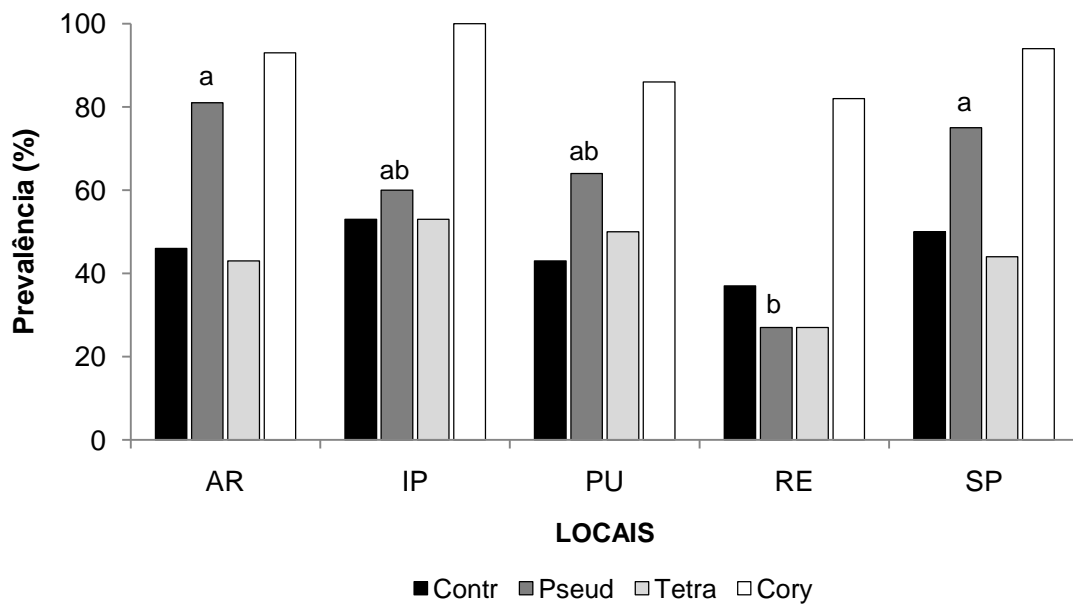


Figura 5. Prevalências de larvas nos cinco locais na Baía do Almirantado (letras = $p < 0,05$).

Tabela 3. Comparação entre os sexos dos valores de prevalência, abundância média de infecção (AMI) e comprimento padrão (CP) dos peixes coletados na baía do Almirantado.

Parasitas	Prevalência	Abundância de infecção	Correlação CP X AM	
			Macho	Fêmea
<i>A. megarhynchus</i>	Z=0,354	U=1286	r=-0,0017	r=0,461
	p=0,723	p=0,211	p=0,990	p=0,000*
<i>Contracaecum</i> sp.	Z=0,434	U=1623	r=0,312	r=0,401
	p=0,664	p=0,411	p=0,029*	p=0,001*
<i>Corynosoma</i> sp.	Z=-0,354	U=1799,5	r=0,336	r=0,602
	p=0,723	p=0,067	p=0,018*	p=0,000*
<i>G. bowersi</i>	Z=0,130	U=1613	r=-0,169	r=0,122
	p=0,896	p=0,470	p=0,243	p=0,349
<i>L.garrardi</i>	Z=-0,121	U=1459	r=-0,073	r=-0,172
	p=0,904	p=0,738	p=0,616	p=0,184
<i>M. georgiana</i>	Z=0,032	U=1682,5	r=0,245	r=0,321
	p=0,974	p=0,259	p=0,089	p=0,011*
<i>M. johnstoni</i>	Z=0,215	U=1545	r=-0,081	r=0,206
	p=0,830	p=0,527	p=0,578	p=0,112
<i>Pseudoterranova</i> sp.	Z=1,271	U=1830,5	r=0,293	r=0,657
	p=0,204	p=0,042*	p=0,041*	p=0,000*
Tetraphyllidae	Z=0,121	U=1536,5	r=-0,114	r=0,190
	p=0,904	p=0,787	p=0,435	p=0,141
Total	Z=0,964	U=1735	r=0,244	r=0,640
	p=0,335	p=0,149	p=0,090	p=0,000*

*diferença significativa

Tabela 4. Comparação das abundâncias médias das espécies de parasitas ($P > 10\%$) entre os cinco locais de coleta.

Parasitas	H	G.L	P	Teste de Dunn
<i>A. megarhynchus</i>	4,512	4	0,341	
<i>Contracaecum</i> sp.	1,809	4	0,771	
<i>Corynosoma</i> sp.	21,436	4	<0,001*	AR ^a - IP ^b - PU ^c - RE ^b - SP ^a
<i>G. bowersi</i>	11,683	4	0,019*	AR ^a - IP ^{ab} - PU ^a - RE ^{ab} - SP ^b
<i>L. garrardi</i>	0,960	4	0,916	
<i>M. georgiana</i>	33,398	4	<0,001*	AR ^a - IP ^{ab} - PU ^{ab} - RE ^b - SP ^{bc}
<i>Pseudoterranova</i> sp.	20,989	4	<0,001*	AR ^a - IP ^b - PU ^b - RE ^{bc} - SP ^b
Tetraphyllidae	4,045	4	0,400	

* diferença significativa; H=Kruskal-Wallis

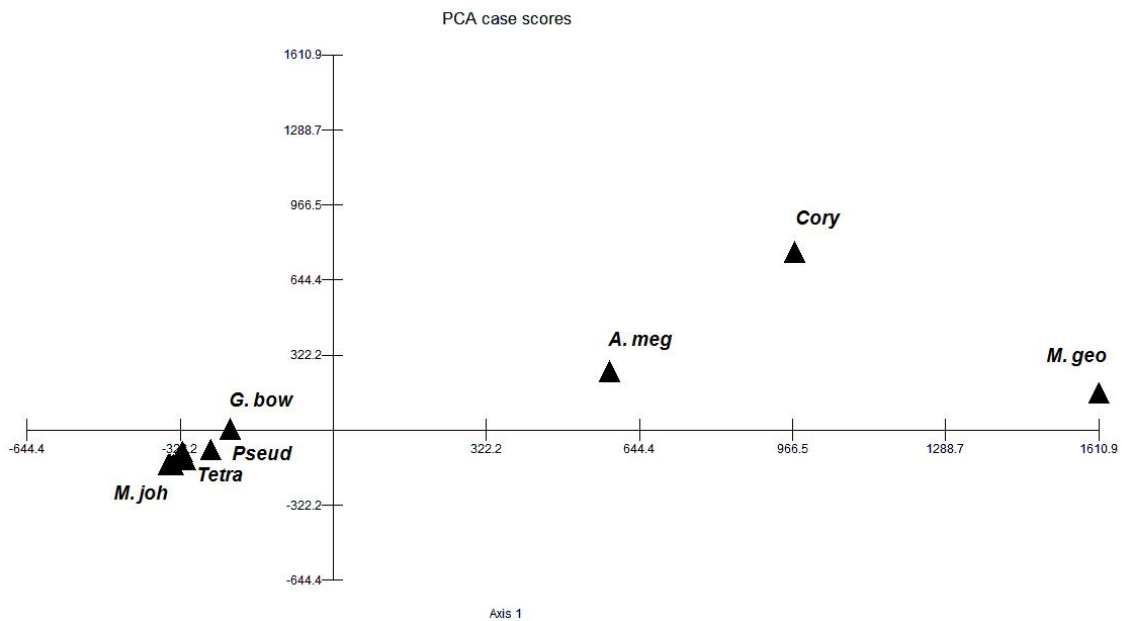


Figura 6. Análise de componentes principais das abundâncias das espécies de parasitas na baía do Almirantado.

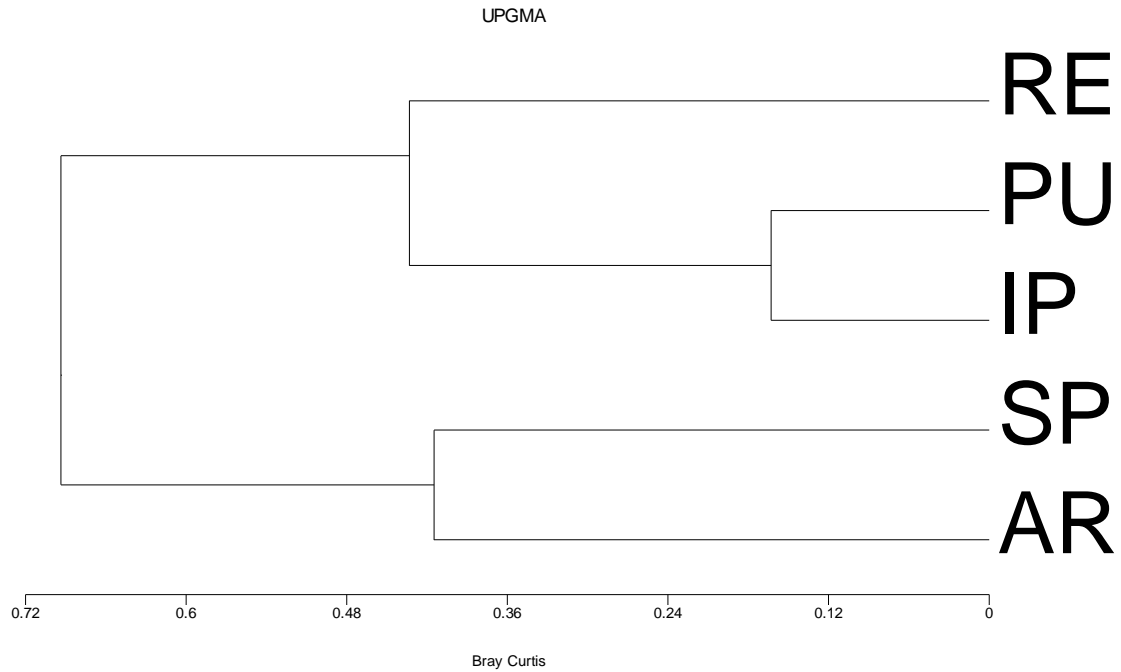


Figura 7. Dendrograma da análise de agrupamento dos índices de similaridade das comunidades componentes de helmintos parasitas de *Notothenia coriiceps* dos cinco locais amostrados na baía do Almirantado, Antártica.

Tabela 5. Caracterização quantitativa das comunidades componentes de helmintos parasitas de *Notothenia coriiceps* das localidades da baía do Almirantado, Antártica.

Local	Riqueza	Índice de Brillouin (H_B)*	Equitabilidade	Número de espécies centrais
AR	10	1.312	0.570	5
IP	11	1.593	0.669	4
PU	11	1.541	0.647	5
RE	9	1.337	0.616	4
SP	10	1.477	0.643	5
Ano 1	13	1.442	0.563	5
Ano 2	11	1.440	0.602	4
Regional	13	1.460	0.570	6

*base¹⁰

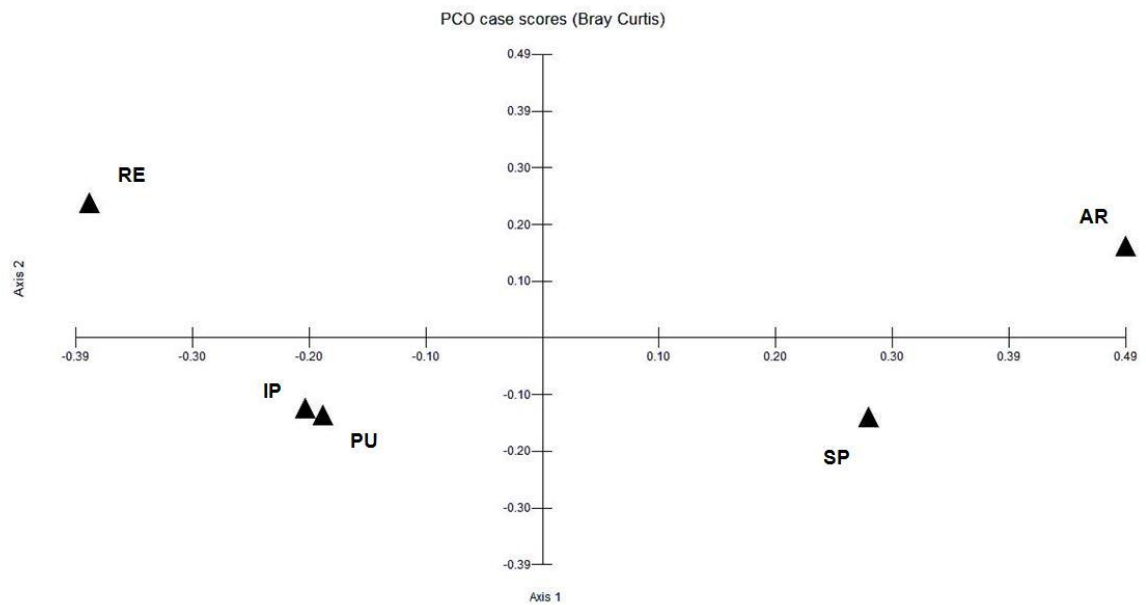


Figura 8. Análise de coordenadas principais das abundâncias de parasitas nos cinco locais na baía do Almirantado.

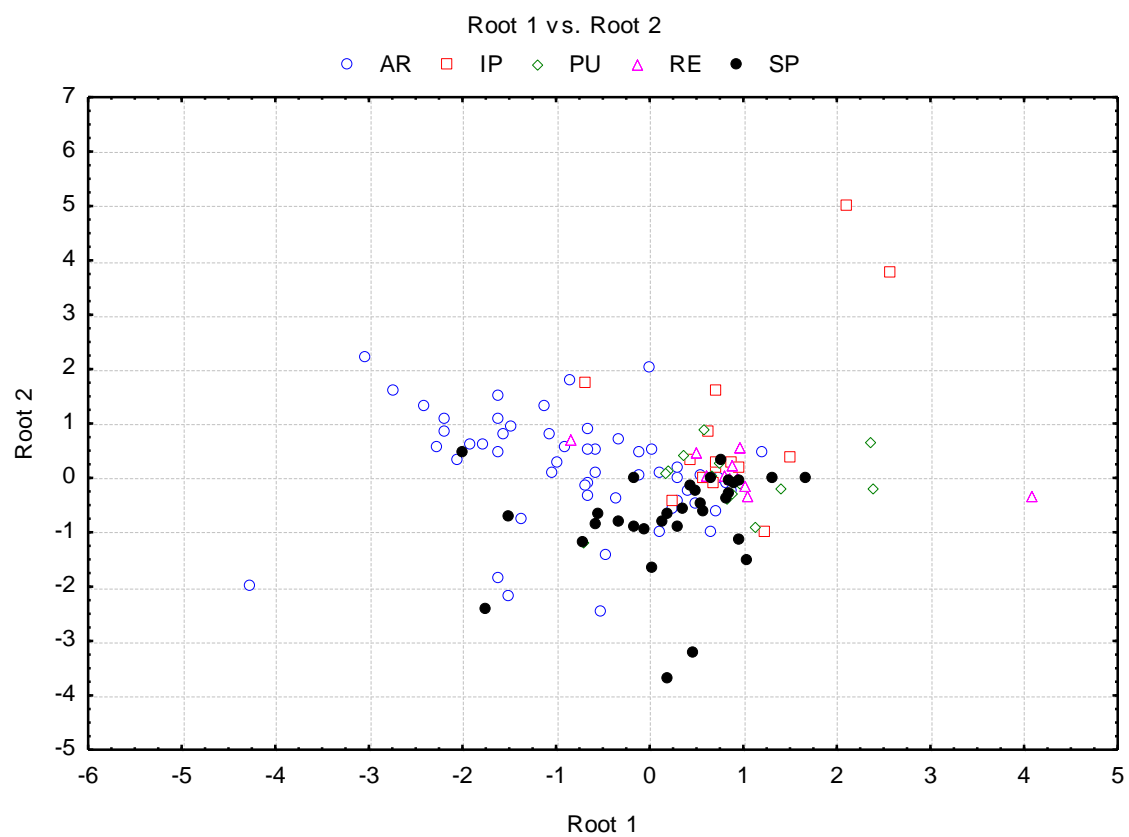


Figura 9. Scatterplot gerado pela análise discriminante das abundâncias das espécies de parasitas entre os cinco locais na baía do Almirantado, Antártica.

DISCUSSÃO

Durante o presente estudo foi encontrada uma riqueza regional de 13 espécies de helmintos parasitando *N. coriiceps* na baía do Almirantado, Antártica. Dessas 13 espécies, todas foram anteriormente registradas para este hospedeiro. As espécies dominantes com prevalências maiores que 60% em toda a baía foram *M. georgiana*, *A. megarhynchus* e cisticanto de *Corynosoma* sp., corroborando o padrão anteriormente descrito para as comunidades de helmintos desta espécie (PALM *et al.*, 1998; ZDZITOWIECKI & LASKOWSKI, 2004; ROCKA, 2006). Os valores de infecção observados para os digenéticos, cestóides, nematóides e acantocéfalos, foram maiores que o reportado por Palm *et al.* (1998) e muitos semelhantes aos trabalhos de Zdzitowiecki & Rokosz (1986), Zdzitowiecki (1988), Zdzitowiecki & White (1996) e Zdzitowiecki & Laskowski (2004). Essa diferença entre os níveis de infecções encontrada no presente estudo e os resultados de Palm *et al.* (1998), pode estar relacionada ao tamanho dos peixes analisados, cuja a maioria não passou de 30 cm e também a área do estudo, situada externamente a baía do Almirantado. Palm *et al.* (1998) estudou peixes com média de 27cm provenientes da península Cove (região voltada para o Canal de Bransfield) e não encontrou nenhuma correlação entre o comprimento dos peixes e a intensidade de infecção, diferindo do encontrado para cinco espécies no presente estudo. Dessas cinco espécies, duas eram de digenéticos e três de larvas que utilizam esses peixes como hospedeiros intermediários secundários, como é o caso de *Contracaecum* sp. (KLÖSER *et al.*, 1992) e *Pseudoterranova* sp. (PALM *et al.*, 1994). A outra forma larval encontrada em *N. coriiceps* foram os cisticantos de *Corynosoma* sp. (ZDZITOWIECKI & WHITE, 1992), que segundo Zdzitowiecki (1984), são dominantes entre os acantocéfalos na Baía do Almirantado, devido a ocorrência maciça das focas leopardo (*Hydrurga leptonyx*) e foca de Weddell (*Leptonychotes weddellii*) que são seus hospedeiros definitivos (ZDZITOWIECKI, 1986). Enquanto que as larvas de anisakídeos utilizam como primeiro hospedeiro intermediário os crustáceos (copépodos, anfípodos e isópodos), maturando também em *L. weddellii* e elefante do mar, *Mirounga leonina* (PALM, 1999; MARCOGLIESE, 1996).

As abundâncias de *Corynosoma* sp., *Pseudoterranova* sp., *G. bowersi* e *M. georgiana* diferiram entre os locais de coleta (Tabela 4), indicando que estas espécies são influenciadas pelas condições locais. Esta diferença nas abundâncias das larvas de

Corynosoma sp. e *Pseudoterranova* sp. pode estar associada a proximidade das colônias de focas, pinguins e elefantes do mar (ZDZITOWIECKI, 1984), cuja localização fica em frente a estação Polonesa Arctowski (AR). Des Clers & Andersen (1995) e Jensen & Idas (1992) tem demonstrado que as taxas de infecções em invertebrados e peixes habitando áreas próximas as colônias de focas e elefantes marinhos são muito maiores que as áreas onde não há estas colônias, confirmando o padrão encontrado para o presente estudo. A relação entre a intensidade de infecção e a disponibilidade de hospedeiros intermediários na ambiente já é bem documentada e clara (CRIBB *et al.*, 2000), a exemplo do gênero *Corynosoma*, em que foi relatado altos valores de infecção em função da presença dos hospedeiros intermediários (anfípodas) e definitivos (mamíferos marinhos) no ambiente (ZDZITOWIECKI 2001; ZDZITOWIECKI & PRESLER, 2001). A espécie *A. megarhynchus*, no entanto, não parece seguir o mesmo padrão sazonal do que os cistacantos do gênero *Corynosoma* (ZDZITOWIECKI, 1988; ZDZITOWIECKI & WHITE, 1996), apesar de ter sido semelhante nos níveis de infecções encontrados no presente estudo. Os dois locais que apresentaram os maiores níveis de infecções para estas duas espécies de acantocéfalos foram Arctowski e Smok Point, cujas localizações são próximas as colônias citadas anteriormente. *Aspersentis megarhynchus* está estritamente associada a presença de certas espécies de anfípodas que servem como hospedeiros intermediários (ZDZITOWIECKI, 1996, 2001). De acordo com Zdzitowiecki & Presler (2001), que estudaram os anfípodas da baía do Almirantado, a maioria dos cistacantos presentes era da espécie *A. megarhynchus*, o que explica as elevadas intensidades encontradas ao longo de todo o período do estudo, principalmente para os locais próximos as colônias de mamíferos marinhos. No caso dos digenéticos *M. georgiana* e *G. bowersi* que também diferiram nas abundâncias entre os locais, a possível explicação para esta diferença está relacionada ao um padrão sazonal para essas duas espécies (ZDZITOWIECKI, 1988). No caso da espécie *M. georgiana* que apresentou a maior prevalência e intensidade parasitária, foi visto que a ocorrência de cercarias nos caramujos do gênero *Margarella* provavelmente esteja relacionada a esse elevado padrão de infecção (GRAEFE, 1971; PALM *et al.*, 1998). Apesar da diferença encontrada na abundância para estes dois digenéticos (*M. georgiana* e *G. bowersi*), a variação foi mais sutil entre os locais, o que demonstra que estas espécies estão distribuídas por toda a baía do Almirantado. De acordo com Arai (1967), os digenéticos tendem a ocorrer em hospedeiros que vivem num tipo específico de ambiente, mostrando que o hábitat dos peixes determina a fauna de parasitas. Além

da disponibilidade dos hospedeiros intermediários, a comunidade de parasitas de peixes marinhos também é determinada pela ecologia trófica e por hábitos do hospedeiro como vagilidade, dispersão e migração para grandes profundidades, o que facilita o encontro parasita-hospedeiro (KLIMPEL *et al.*, 2003, 2006a, b; PALM *et al.*, 2007; POULIN, 2007).

A elevada diversidade de parasitas encontrada para *N. coriiceps*, é também explicada pelo comportamento alimentar generalista (BARRERA-ORO, 2002), que inclui na sua dieta uma grande variedade de organismos bentônicos como moluscos, crustáceos, poliquetas e peixes menores (BARRERA-ORO & CASAUX, 1990). Segundo Barrera-Oro & Casaux (1990), que estudaram a dieta desse peixe na mesma Ilha do presente estudo, verificaram que os principais itens alimentares consumidos foram eufasiáceos (krill) e gamarídeos (anfípodos), demonstrando seu amplo espectro de presas bentônicas e pelágicas. Além disso, a maioria das 37 espécies de parasitas conhecidas para *N. coriiceps* tem sido detectada para outras espécies de peixes do gênero *Notothenia* e *Trematomus* (ZDZITOWIECKI 1991a,b; ROKICKI *et al.* 1992; ZDZITOWIECKI & WHITE 1992; LASKOWSKI & ZDZITOWIECKI, 2005; LASKOWSKI *et al.*, 2007), revelando um padrão de baixa especificidade parasitária entre os peixes de altas latitudes (POLYANSKII, 1955; HOLMES, 1990; PALM *et al.*, 2007). Segundo Appy & Burt (1982), essa baixa especificidade parasitária reflete a especialização trófica que estes nototenídeos desempenham nos ecossistemas Antárticos. A capacidade desses peixes em migrar a grandes profundidades, especialmente os da família Nototheniidae (GON & HEEMSTRA, 1990), permite que se exponham a certas espécies de digenéticos (p. ex., *Lepidapedon garrardi*) e nematóides (p. ex., *Pseudoterranova* sp.), cujo ciclos de vida estão associados a fauna bentônica (PALM *et al.*, 1994). Por possuírem uma distribuição circum-Antártica, esses peixes também podem se infectar por parasitas com ciclo de vida pelágico, como as larvas plerocercóides (Pseudophylidae) e também aos parasitas de mar aberto, tais como *Corynosoma* spp. (ZDZITOWIECKI & WHITE, 1996).

Além dos fatores locais mencionados anteriormente que podem determinar a estrutura das comunidades de parasitas de peixes, as características biológicas ou físicas dos habitats, combinadas com vários eventos históricos, levam a ganhos e perdas de espécies de parasitas, determinando a composição e estrutura de espécies de parasitas local (OLIVA & GONZÁLEZ, 2005; POULIN, 2007). A distância geográfica entre as comunidades componentes de parasitas também tem sido um fator determinante na

similaridade (POULIN, 1993; FELLIS & ESCH, 2005; VIOLANTE-GONZÁLEZ *et al.*, 2010). A queda da similaridade com o aumento da distância geográfica tem sido visto para várias espécies (POULIN, 2007), enquanto que outros esse fenômeno não é detectável (KENNEDY, 2001). As comunidades componentes de *N. coriiceps* exibiram pouca variação da diversidade de parasitas entre as localidades estudadas (Tabela 5), demonstrando que as espécies de helmintos se distribuem quase igualmente na baía do Almirantado. Apesar das comunidades componentes terem apontado dissimilaridade entre os locais (ver dendrograma da Figura 7), esta diferença foi baseada principalmente nas espécies mais abundantes, com pouca influência das espécies raras.

De um modo geral, quase todas as espécies de helmintos foram presentes na baía, diferindo somente no padrão de infecção. Além disso, a distância geográfica entre as localidades não pode ser considerada como um fator determinante na dissimilaridade, mas sim a proximidade das colônias de mamíferos marinhos. Apesar da distância entre os locais ter variado de 2 a 9 km, isso parece não influenciar esta diversidade, mas ser fator chave para as variações dos níveis de infecções entre as espécies estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPY, R.G & BURT, M.D.B. 1982 Metazoan parasites of cod, *Gadus morhua* L., in Canadian Atlantic waters. *Canadian Journal of Zoology*, **60**,1573-1579
- ARAI, H.P. 1967 Ecological specificity of parasites of some embiotocid fishes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **24**, 2161-2168.
- BARRERA-ORO, E. 2002. The role of fish in the Antarctic marine food web: differences between inshore and offshore waters in the southern Scotia Arc and west Antarctic Peninsula. *Antarctica Science*, **14**, 293-309.
- BARRERA-ORO, E.R & CASAUX, R.J. 1990. Feeding selectivity in *Notothenia neglecta* Nybelin, from Potter Cove, South Shetland Island, Antarctica. *Antarctic Science*, **2**, 207-213.
- CASAUX, R.J, MAZZOTTA, A.S & BARRERA-ORO E.R. 1990. Seasonal aspects of the biology and diet of nearshore nototheniid fish at Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biology*, **11**, 63-72.
- BUSH, A.O, LAFFERTY, K.D, LOTZ J.M & SHOSTAK A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology*, **83**(4), 575-583
- BUSH, A.O & HOLMES, J.C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, **64**, 142-152.
- CAMPBELL, R.A. 1990. Deep-water parasites. *Annales Parasitologie Humaine et Compare*, **65**, 65-68.
- CRIBB, T. H. ANDERSON G. R & DOVE D. M. 2000. *Pomphorhynchus heronensis* and restricted movement of *Lutjanus carponotatus* on the Great Barrier Reef. *Journal of Helminthology*, **74**, 53-56.
- DES CLERS, S & ANDERSEN, K. 1995. Sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) transmission to fish trawled from Hvaler, Oslofjord, Norway. *Journal Fish of Biology*, **46**, 8-17.
- DEWITT, H.H. HEEMSTRA, P.C & GON, O. 1990. Notothenidae. In: Gon O, Heemstra PC (eds) Fishes of the Southern Ocean. J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, pp 279-331.
- ECHVERRÍA, C.A. PAIVA, P.C & ALVES, V.C. 2005. Composition and biomass of shallow benthic megafauna during an annual cycle in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Antarctic Science*, **17**, 312-318.

- ECHEVERRÍA, C.A. & PAIVA, E.P.C. 2006. Macrofaunal shallow benthic communities along a discontinuous annual cycle at Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. *Polar Biology*, **29**, 263–269.
- EKAU, W. 1990. Demersal fish fauna of the Weddell Sea, Antarctica. *Antarctic Science*, **2** (2), 129-137.
- FANTA, E. RIOS, F. S. DONATTI, L. & CARDOSO, W. E. 2003. Spatial and temporal variation in krill consumption by the Antarctic fish *Notothenia coriiceps*, in Admiralty Bay, King George Island. *Antarctic Science* **15** (4), 458–462.
- FELLIS, K.J & ESCH, G.W. 2005. Variation in life cycle affects the distance decay of similarity among bluegill sunfish parasite communities. *Journal of Parasitology*, **91**, 1484–1486.
- GRAEFE, G. 1971. Die Temperatur des Lebensraumes und die Wirkung auf Cercarien: berlegungen und Versuche im Anschluûan Beobachtungen in der *Antarktis*. *Parasitol Schriftens*, **21**,151-156.
- GOATER, C. P & BUSH, A. O. 1988. Intestinal helminth communities in long-billed curlews: the importance of congeneric host-specialists. *Holarctic Ecology*, **11**, 140-145.
- GOATER, C. P. BALDWIN, R.E & SCRIMGEOUR, G. J. 2005. Physico-chemical determinants of helminth component community structure in whitefish (*Coregonus clupeaformis*) from adjacent lakes in Northern Alberta, *Parasitology*, **131**, 713-722.
- GON, O & HEEMSTRA P.C. 1990. *Fishes of the Southern Ocean* (eds.) JLB Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown.
- HOBERG, E.P. 1986. Aspects of ecology and biogeography of Acanthocephala in Antarctic seabirds. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, **61**, 199–214.
- HOLMES, J.L. 1990. Helminth communities in marine fishes. In: Esch GW, Bush AO, Aho JM (eds) *Parasite communities: patterns and process*. Chapman & Hall, London, pp 101-130
- HUREAU, J.C. 1994. The significance of fish in the marine Antarctic ecosystems. *Polar Biology*, **14**, 307-313.
- JENSEN, T & IDAS, K. 1992. Infection with *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) larvae in cod (*Gadus morhua*) relative to proximity of seal colonies. *Sarsia* **76**, 227-230.

- JOHNSTON, T.H. 1937a Cestoda. Australas Antarct Exped 1911-1914. *Science Report Series C*, **10**, 5-74.
- JOHNSTON, T.H. 1937b. Parasitic Nematoda. Australas Antarct Exped 1911-1914. *Science Report Series C*, **10**, 5-31.
- JOHNSTON, T.H & BEST, E.W. 1937. Acanthocephala. Australas Antarct Exped 1911-1914. *Science Report Series*, **10**, 5-20.
- JOHNSTON, T.H & MAWSON, P.M. 1945. Parasitic Nematodes. Reports B.A.N.Z. *Antarctic Research Expedition, Series B*, **8**, 73–160.
- KENNEDY, C. R. 1993. The dynamics of intestinal helminth communities in eels *Anguilla anguilla* in small stream: long-term changes in richness and structure. *Parasitology*, **107**, 71-78.
- KENNEDY, C. R. 2001. Metapopulation and community dynamics of helminth parasite of eels *Anguilla anguilla* in the River Exe system. *Parasitology*, **122**, 233-245.
- KENNEDY, C.R & BAKKE, T. A. 1989. Diversity patterns in helminth communities in common gulls, *Larus canus*. *Parasitology*, **98**, 439-445.
- KENNEDY, C. R. 1978. The parasite fauna resident char *Salvelinus alpinus* from Arctic Islands, with special reference to Bear Island. *Journal of Fish Biology*, **13**, 457-466.
- KENNEDY, C. R. BUSH, A. O & AHO, J. M. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology*, **93**, 205-215.
- KLIMPEL, S. SEEHAGEN, A & PALM, H.W. 2003. Metazoan parasites and feeding behaviour of four small-sized Wsh species from the central North Sea. *Parasitology Research*, **91**, 290–297
- KLIMPEL, S. RÜCKERT, S. PIATKOWSKI, U. PALM, H.W & HANEL, R. 2006a. Diet and metazoan parasites of silver scabbard *Lepidopus caudatus* from the Great Meteor Seamount (North Atlantic). *Marine Ecology Progress Series*, **315**, 249–257.
- Klimpel, S. PALM, H.W. BUSCH, M.W. KELLERMANN, E & RÜCKERT, S. 2006b. Fish parasites in the Arctic deep-sea: Poor diversity in meso-/bathypelagial vs. heavy parasite load in a demersal Wsh. *Deep Sea Research Part I*, **53**, 1167–1181.
- KLÖSER, H. PLÖTZ, J. PALM, H.W. BARTSCH, A & HUBOLD, G. 1992. Adjustment of anisakid nematode life cycles to the high Antarctic food web as shown by *Contracaecum radiatum* and *C. osculatum* in the Weddell Sea. *Antarctic Sciences*, **4**, 171-178.
- KOSKIVAARA, M & VALTONEN, T. 1992. *Dactylogyrus* (Monogenea) communities on the gills of roach in three lakes in Central Finland. *Parasitology*, **104**, 263-272.

- KREBS, C.J. 1999. Ecological methodology. Addison-Welsey Educational Publishers Inc, Boston, Massachusetts, 654 p.
- LA MESA, M. EASTMAN, J. T & VACCHI, M. 2004. The role of notothenioid fish in the food web of the Ross Sea shelf waters: a review. *Polar Biology* **27**, 321-338.
- LASKOWSKI, L & ZDZITOWIECKI, K. 2004. New morphological data on a sub-Antarctic acanthocephalan, *Aspersentis johni* (Baylis, 1929) (Palaeacanthocephala: Heteracanthocephalidae). *Systematic Parasitology*, **59**, 39–44.
- LASKOWSKI, L & ZDZITOWIECKI, K. 2005. The helminth fauna of some notothenioid fishes collected from the shelf of Argentine Islands, West Antarctica. *Polish Polar Research*, **26**, 315-324.
- LASKOWSKI, Z. ROCKA, A. ZDZITOWIECKI, K & OZOUF–COSTAZ C. 2007. Occurrence of endoparasitic worms in dusky notothen, *Trematomus newnesi* (Actinopterygii, Nototheniidae), at Adélie Land, Antarctica. *Polish Polar Research*, **28**, 37-42.
- LASKOWSKI, Z. ROCKA, A. ZDZITOWIECKI, K. GHIGLIOTTI, L & PISANO, E. 2005. New data on the occurrence of internal parasitic worms in the *Gymnodraco acuticeps* and *Cygnodraco mawsoni* (Bathypodaconidae) fish in the Ross Sea, Antarctica. *Polish Polar Research*, **26**, 37-40.
- LASKOWSKI, Z. WITOLD, J & ZDZITOWIECKI K. 2008. Cystacanths of Acanthocephala in notothenioid fish from the Beagle Channel (sub-Antarctica). *Systematic Parasitology*, **70**, 107–117.
- LINSTOW, O. 1892. Helminthen von Süd-Georgien. Nach der Ausbeute der Deutschen Station von 1882-1883. *Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten*, **9**, 59–77.
- LUTNICKA, H & ZDZITOWIECKI, K. 1984. On some problems related to the occurrence of *Pseudobenedenia nototheniae* Johnston, 1931 (Monogenea, Capsalidae, Trochopodinae) off the South Shetlands. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, **14**, 141-147.
- MAGURRAN, A .2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, 256 p.
- MARCOGLIESE, D.J. 1996. Transmission of the sealworm, *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe), from invertebrates to fish in an enclosed brackish pond. *Journal Experimental of Biology and Ecology*, **205**, 205-219.
- MARCOGLIESE, D.J & CONE, D.K. 1996. On the distribution and abundance of eel parasites in Nova Scotia: influence of pH. *Journal. Parasitology*, **82**, 389–399.

- MANLY, B. 2008. Métodos Estatísticos Multivariados. Uma Introdução. 3 ed. Artmed & Bookman. 229p.
- MAWSON, P.M. 1953. Parasitic Nematoda collected by the Australian National Antarctic Research Expedition: Heard Island and Macquarie Island, 1948±1951. *Parasitology* **43**,292-297.
- OLIVA, M.E & GONZÁLEZ, M.T. 2005. The decay of similarity over geographical distance in parasite communities of marine fishes. *Journal of Biogeography*, **32**, 1327-1332.
- OLIVA, M. E. GONZÁLEZ, M. T & ACUÑA E. 2004. Metazoan parasite fauna as a biological tag for the habitat of the flounder *Hippoglossina macrops* from northern Chile, in a depth gradient. *Journal of Parasitology*, **90**,1374–1377.
- PALM, H.W. ANDERSON, K & KLOSER H. 1994. Occurrence of *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda) in fish from the south-eastern Weddell Sea (Antarctic). *Polar Biology*, **14**, 539-544.
- PALM, H.W. REIMANN N. SPINDLER M & PLOTZ J. 1998. The role of the rock cod *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844 in the life-cycle of Antarctic parasites. *Polar Biology*, **19**, 399-406.
- PALM, H.W. 1999. Ecology of *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) (Nematoda: Anisakidae) from Antarctic waters. *Parasitology Research*, **85**, 638-646.
- PALM, H.W. KLIMPEL S & WALTER T. 2007. Demersal fish parasite fauna around the South Shetland Islands: high species richness and low host specificity in deep Antarctic waters. *Polar Biology*, **30**, 1513-1522.
- POLYANSKII, Y.I. 1955 Parasites of fish of the Barents Sea. Tr Zool Inst Akad Nauk SSSR **19**,5-170 (translated from Russian by the Israel program for scientific translation, Jerusalem, 1966).
- POULIN, R. 2003. The decay of similarity with geographical distance in parasite communities of vertebrate hosts. *Journal of Biogeography*, **30**,1609-1615.
- POULIN, R. 2007. Evolutionary Ecology of Parasites, 2nd Edn. By, pp. 332. Princeton University Press, Princeton, New Jersey USA.
- RAILLIET, A & HENRY, A. 1907 Nematelminthes parasites. Exped Antarct Fr 1903-1905 (Charcot) Scienc National Doc Sci vers **1907**, 1- 16.
- ROCKA, A. 2002. Nematodes of fishes in the Weddell Sea (Antarctic). *Acta Parasitologica*, **47**, 294-299.
- ROCKA, A. 2003. Cestodes of the Antarctic fishes. *Polish Polar Research*, **24**, 261-276.

- ROCKA, A. 2004. Nematodes of the Antarctic fishes. *Polish Polar Research*, **25**, 135-152.
- ROCKA, A. 2006. Helminths of Antarctic fishes: Life cycle biology, specificity and geographical distribution. *Acta Parasitologica*, **51**, 26-35.
- ROCKA, A & ZDZITOWIECKI, K. 1998. Cestodes in fishes of the Weddell Sea. *Acta Parasitologica*, **43**, 64-70.
- ROHDE, K. 1993. Ecology of marine parasites. CAB International, Wallingford
- ROKICKI, J. WAGELE, J.W & STROMBERG J.O. 1992. Note on the occurrence and hosts of some Antarctic isopods (Crustacea, Isopoda). *Polish Polar Reseach*, **13**, 53-57
- ROKICKA, M. 2009. Report on species of *Gyrodactylus* Nordmann, 1832, distribution in polar regions. *Polar Science*, **3**, 203-206.
- SIMÕES, J.C. ARIGONY, N. S & BREMER, U.F. O uso de mapas antárticos em publicações. Pesquisa Antártica Brasileira, Academia Brasileira de Ciências, 4 (no prelo).
- SZIDAT, L. I. Los parasitos de *Notothenia neglecta* Nybelin. Secr Mar Serv Hidrogr Nav, H 910,1-1965 Estudios sobre la fauna de parasitos de peces antarticos.
- VIOLANTE-GONZÁLEZ, J. MENDOZA-FRANCO, E.F. ROJAS-HERRERA, A & GUERRERO, S.G. 2010. Factors determining parasite community richness and species composition in black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitology Research*, DOI 10.1007/s00436-010-1834-x 84
- TKACHUK, L. P. 1985. Special features of the helminth fauna of *Helicolenus maculatus* (Cuvier). In Parasitology and pathology of marine organisms of the world ocean, W. J. Hargis (ed.). Technical Report NMFS 25. National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, D.C., p. 45-46.
- WALTER, T. PALM, H.W. PIEPIORKA, S & RUCKERT, S. 2002. Parasites of the Antarctic rattail *Macrourus whitsoni* (Regan, 1913) (Macrouridae, Gadiformes). *Polar Biology*, **25**, 633-640.
- WOJCIECHOWSKA, A. 1991. Some tetraphyllidean and diphyllidean cestodes from Antarctic batoid fishes. *Acta Parasitologica Polonica*, **36**, 69-74.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. 4thed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p +212App

- ZDZITOWIECKI, K. 1984. Redescription of *Corynosoma* and description of *C. pseudohamanni* sp. n. (Acanthocephala) from the environs of the South Shetlands (Antarctic). *Acta Parasitologica Polonica*, **31**, 379-393.
- ZDZITOWIECKI, K. 1986 Acanthocephala of the Antarctic. *Polish Polar Research*, **7**, 79-117
- ZDZITOWIECKI, K. 1988. Occurrence of digenetic trematodes in fishes off South Shetlands (Antarctic). *Acta Parasitology Polar*, **33**,155-167.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1990. Occurrence of acanthocephalans in fishes of the open sea off the South Shetlands and South Georgia (Antarctic). *Acta Parasitologica Polonica*, **35**, 131-142.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1991a. Antarctic Acanthocephala. In: Synopses of the Antarctic benthos. Vol. 3 (Eds. J.W. Wägele and J. Sieg). Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1991b. Occurrence of digeneans in open sea fishes off the South Shetland Islands and South Georgia, and a list of fish digeneans in the Antarctic. *Polish Polar Research*, **12**, 55-72.
- ZDZITOWIECKI, K & WHITE, M.G. 1992. Acanthocephalan infection of inshore fish in two fjords at South Georgia. *Antarctic Science*, **4**,197-203
- ZDZITOWIECKI, Z. 1996. Acanthocephala in fish in the Weddell Sea (Antarctic). *Acta Parasitologica*, **41**, 199-203.
- ZDZITOWIECKI, K & WHITE, M.G. 1996.Acanthocephalan infections of inshore fishes at the South Orkney Islands. *Antarctic Science*, **8**, 273-276
- ZDZITOWIECKI, Z. 1997a. Antarctic Digenea, parasites of fishes. In: Synopses of the Antarctic benthos. Vol. 8 (Eds. J.W. Wägele and J. Sieg). Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1997b. Digenea of fishes of the Weddell Sea. IV. Three opecoelid species of the genera *Neolebouria*, *Helicometra* and *Stenakron*. *Acta Parasitologica*, **42**, 138-143.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1997c. Digenea of fishes of the Weddell Sea. V. Two new species of the genus *Steringophorus* (Fellodistomidae). *Acta Parasitologica*, **42**, 144-148.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1997d. Digenea of fishes of the Weddell Sea. VI. The superfamily Hemiuroidea. *Acta Parasitologica*, **42**, 219-224.

- ZDZITOWIECKI, Z. 1998a. Diversity of Digenea, parasites of fishes in various areas of the Antarctic. In: Fishes of Antarctica. A biological review (Eds. G. di Prisco, E. Pisano and A. Clarke). Springer Verlag, Italia, pp. 87-94.
- ZDZITOWIECKI, Z. 1998b. *Helicometra pisanoae* sp. n. (Digenea, Opecoelidae), a parasite of a fish, *Trematomus hansonii*, in the Eastern Antarctic. *Acta Parasitologica*, **43**, 26-29.
- ZDZITOWIECKI, Z. 2001. Acanthocephala occurring in intermediate hosts, amphipods, in Admiralty Bay (South Shetland Island, Antarctica). *Acta Parasitologica*, **46**, 202-207.
- ZDZITOWIECKI, Z & CIELECKA, D. 1997a. Digenea of fishes of the Weddell Sea. I. Parasites of *Macrourus whitsoni* (Gadiformes, Macrouridae). *Acta Parasitologica*, **42**, 23-30.
- ZDZITOWIECKI, Z & CIELECKA, D. 1997b. Digenea of fishes of the Weddell Sea. II. The genus *Macvicaria* (Opecoelidae). *Acta Parasitologica*, **42**, 77-83.
- ZDZITOWIECKI, Z & CIELECKA, D. 1997c. Digenea of fishes of the Weddell Sea. III. The Lepocreadiidae (genera *Neolepidapedon* and *Lepidapedon*), parasites of Notothenioidea. *Acta Parasitologica*, **42**, 84-91.
- ZDZITOWIECKI, K & PRESLER, K. 2001. Occurrence of acanthocephala in intermediate hosts, Amphopoda, in Admiralty Bay, South Shetland Island, Antarctica. *Polosh Research*, **22**, 205-212.
- ZDZITOWIECKI, Z & LASKOWSKI Z. 2004. Helminths of an Antarctic fish, *Notothenia coriiceps*, from the Vernadsky Station (Western Antarctica) in comparison with Admiralty Bay (South Shetland Islands). *Helminthologia*, **41**, 201-207.
- ZDZITOWIECKI, K & PISANO, E. 1996. New records of Digenea infecting elasmobranch and teleost fish off Heard Island (Kerguelen sub-region, sub- Antarctic). *Archive of Fishery and Marine Research*, **43**, 265-272.
- ZDZITOWIECKI, K & ROKOSZ, B. 1986. Prevalence of acanthocephalans in fishes of South Shetlands (Antarctic). II. *Aspersentis austrinus* Van Cleave, 1929 and remarks on the validity of *Heteracanthocephalus hureaui* Dollfus, 1965. *Acta Parasitologica Polonica*, **30**, 161-171.