

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**AVALIAÇÃO PARASITÁRIA E DE ELEMENTOS TRAÇO EM
Sciades proops (VALENCIENNES,1840) (SILURIFORMES,
ARIIDAE) COLETADO NO ESTUÁRIO DO RIO
JAPARATUBA, SE**

RENATA PRISCILA SANTOS DE CARVALHO

ARACAJU
Fevereiro –2014

UNIVERSIDADE TIRADENTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE

**AVALIAÇÃO PARASITÁRIA E DE ELEMENTOS TRAÇO EM
Sciades proops (VALENCIENNES,1840) (SILURIFORMES,
ARIIDAE) COLETADO NO ESTUÁRIO DO RIO
JAPARATUBA, SE**

Dissertação submetida à banca
examinadora para a obtenção do
título de Mestre em Saúde e
Ambiente, na área de concentração
em Saúde e Ambiente.

RENATA PRISCILA SANTOS DE CARVALHO

Orientadores:

Prof. Rubens Riscala Madi, D.Sc.

Profa. Maria Nogueira Marques, D.Sc.

ARACAJU

Fevereiro –2014

C331a	Carvalho, Renata Priscila Santos Avaliação parasitária de elementos traço em <i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840) (Siluriforme, Ariidae) coletado no estuário do rio Japaratuba/Se / Renata Priscila Santos Carvalho; orientação [de] Drº Rubens Riscala Madi, Drª Maria Nogueira Marques. – Aracaju: UNIT, 2014. 61 il.: 23cm Inclui bibliografia. 1.Contaminação parasitária. 2. Espécies químicas. 3. Pescado. 4. Região estuário. 5. <i>Sciades proops</i>, Brasil. I. Madi, Rubens Riscala. II. Marques, Maria Nogueira. III Universidade Tiradentes. IV. Título. CDU: 576.890.015.7
-------	---

**AVALIAÇÃO PARASITÁRIA E DE ELEMENTOS TRAÇO EM *Sciades proops*
(VALENCIENNES, 1840) (SILURIFORMES, ARIIDAE) COLETADO NO ESTUÁRIO
DO RIO JAPARATUBA, SE**

RENATA PRISCILA SANTOS DE CARVALHO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À BANCA EXAMINADORA DO PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE TIRADENTES COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM
SAÚDE E AMBIENTE

Aprovado em 14 / 02 / 2014 por:



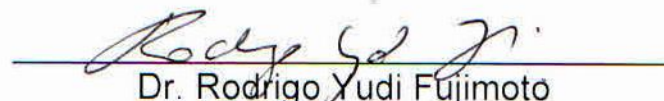
Dr. Rubens Riscala Madi
Orientador



Dr.ª. Maria Nogueira Marques
Orientadora



Dr. Mauricio Laterça Martins
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto
Universidade Tiradentes - UNIT
Embrapa – Tabuleiro dos Costeiros

ARACAJU
Fevereiro – 2014

EPÍGRAFE

“Quando ouvir alguém dizer que já não sonha mais, é bom saber que é capaz de morrer, que não tem esperança, que não faz nada nascer... não abra mão dos próprios sonhos, não tem perdão. Não deixe de sonhar, não deixe de sorrir, pois não vai encontrar quem vá sorrir por ti!”

CHIMARRUTS

DEDICATÓRIA

Á pessoa mais importante da minha vida: meu filho **MAURÍCIO**, razão de todas as minhas ações!

AGRADECIMENTOS

À **Deus** pela minha existência e pela oportunidade de vivenciar tudo até hoje com saúde e sabedoria.

À minha mãe **Silvânia Maria dos Santos Carvalho**, incentivadora de tudo o que eu me proponho a fazer, a quem eu devo todas as minhas conquistas. A meu pai **Erinaldo de Carvalho** (*in memoriam*) pela proteção, sei que onde quer que esteja cuida e torce por mim. Aos **meus irmãos** pelos momentos de distração, amizade e companheirismo. À toda minha **família** pelo apoio incondicional e pela torcida em todos os momentos dessa longa caminhada.

Ao meu esposo **Mauro**, pelo apoio e compreensão desde sempre, nas viagens, nos dias em que passei distante mental e fisicamente. Ao meu filho **Maurício**, por me proporcionar felicidade nos momentos de maior cansaço e exaustão, renovando minhas forças para as futuras jornadas de trabalho.

Ao professor **Dr. Rubens Riscala Madi**, por ter aceito me orientar desde o meu Trabalho de Conclusão de Curso, ter confiado no meu potencial e por todo aprendizado nesses mais de 3 anos de convivência.

Às amigas **Claudenora R. dos Santos**, pela amizade, carinho e enorme contribuição no desenvolvimento desse trabalho; **Ana Angélica C. Dória**, “madrinha biológica”, que me apresentou a ictioparasitologia, me fazendo apaixonar pelos parasitas dos peixes e **Lorena Xavier**, pelo companheirismo e por toda ajuda oferecida nesses 2 anos de muito trabalho.

Aos professores **Dr^a Maria N. Marques**, **Dr^a Verónica de L. S. Jeraldo**, **Dr^a Cláudia M. de Melo** e **Dr. Rodrigo Yudi Fujimoto** pelo auxílio no desenvolvimento desse trabalho, contribuindo para melhores resultados.

Ao professor **Dr. Ricardo M. Takemoto** pela oportunidade de aprender ainda mais sobre parasitologia, que com tamanha paciência e sabedoria nos faz ver os mínimos detalhes e acreditar que eles realmente existem, não é coisa só de livro. A humildade com que exerce e transmite seu trabalho é fascinante. E a **Dr^a Maria L. P. Lizama** pela atenção e acolhimento durante o estágio na Universidade Estadual de Maringá.

À **Angélica B. Ferreira** e **João Covello** pelo auxílio na execução da análise de metal nos peixes. Ao **ITPS**, por disponibilizar o Laboratório de Análise Foliar para análise de metal nas amostras desse estudo.

Aos alunos de Iniciação Científica que contribuíram na execução desse trabalho, em especial às alunas de biologia **Carolina Roza** e **Lumara Bomfim**.

Aos pescadores artesanais de Pirambu, **Sr. Geval** e **Nilson**, por disponibilizar os peixes analisados nesse trabalho.

À **UNIT** pela bolsa concedida (**PROCAPS I**), possibilitando-me fazer o mestrado em Saúde e Ambiente. A **CAPES – PROCAD NF 2009**, pelo auxílio concedido. Através do qual pude realizar o estágio no Nupélia, na UEM.

A todos que direta ou indiretamente torceram pelo meu sucesso, meu humilde e sincero **MUITO OBRIGADA!!!!**

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo geral.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
3.1 Consumo e produção pesqueiros.....	4
3.2 Aspectos gerais da ictioparasitologia.....	5
3.3 Elementos traço e saúde humana.....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1 Área de estudo.....	10
4.2 Bagre <i>Sciades proops</i>	10
4.3 Coletas dos peixe e processamento dos parasitas.....	11
4.4 Índices epidemiológicos e ecológicos.....	12
4.5 Análise dos elementos traço.....	15
4.6 Análises estatísticas.....	16
5. ARTIGO 1 - Estrutura da infracomunidade parasitária de <i>Sciades proops</i> (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Ariidae) do estuário do rio Japaratuba, Sergipe.....	17
6. ARTIGO 2 - Análise de contaminação por metazoários parasitas e por elementos traço em <i>Sciades proops</i> coletados no estuário do rio Japaratuba, SE.....	34
7. CONCLUSÕES GERAIS.....	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE TABELAS

Parâmetros epidemiológicos da infecção por metazoários parasitas de <i>Sciades proops</i> coletados no estuário do Rio Japaratuba, SE.....	21
Influência do sexo na prevalência, intensidade e abundância da infecção parasitária em <i>S. proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	22
Influência do peso e do comprimento total (CT) na prevalência, intensidade e abundância da infecção por <i>Ergasilus</i> sp. e <i>Contracaecum</i> sp. em <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	22
Análise de dominância dos metazoários parasitas de <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	23
Estatística descritiva dos elementos traço presentes nas amostras de musculatura tratada, de <i>S. proops</i> coletados no estuário do rio Japaratuba/ SE no período de agosto de 2012 a julho de 2013 no, bem como os limites estabelecidos pela Decreto nº 55871, de março de 1965.....	38
Correlação entre a Intensidade de Infecção por <i>Ergasilus</i> sp e os elementos traço presentes na musculatura de <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	39
Correlação entre a pluviosidade, a Intensidade de Infecção por <i>Ergasilus</i> sp e os elementos Ferro e Zinco presentes na musculatura de <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	39

LISTA DE FIGURAS

Localização do município de Pirambu e estuário do Rio Japaratuba, SE (Fonte:SEMARH, 2012).....	10
<i>Sciades proops</i> coletado no estuário do rio Japaratuba, SE, 2012.....	11
Distribuição espacial das infecções por <i>Ergasilus</i> sp. (A) e <i>Contracaecum</i> sp. (B) em <i>Sciades proops</i> coletados no estuário do Rio Japaratuba, SE.....	23
Coeficientes de Associação entre pares de espécies parasitas de <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	24
Variação estacional das intensidades de infecção por <i>Ergasilus</i> sp. e <i>Contracaecum</i> sp. coletados em <i>S. proops</i> , no estuário do rio Japaratuba, SE.....	39
Variação da intensidade média de infecção por <i>Ergasilus</i> sp em <i>Sciades proops</i> e da incidência de chuva (precipitação pluviométrica) no estuário do rio Japaratuba, SE.....	40
Variação da incidência de chuva (precipitação pluviométrica) e a quantidade de elementos traço na musculatura de <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	40
Variação da intensidade média de infecção por <i>Ergasilus</i> sp. e a quantidade dos elementos Ferro (Fe) e Zinco (Zn) presentes na musculatura de <i>Sciades proops</i> do estuário do rio Japaratuba, SE.....	41

RESUMO

O uritinga (*Sciades proops*) é um importante recurso da pesca artesanal no município de Pirambu. O estuário do rio Japaratuba, é uma região onde historicamente a pesca artesanal é a base da economia devido a expressiva comercialização desse pescado. Os bagres da família Ariidae ocorrem nas zonas litorâneas tropicais e subtropicais. Habita principalmente a porção do fundo dos estuários de águas rasas enlameadas e lagoas salobras, ocorrendo também em águas doces. Por possuir esse hábito, acredita-se que acumule maior quantidade de elementos traço, já que está em maior contato com o substrato que outros peixes. Essa espécie pode atuar como hospedeiro intermediário, definitivo e/ou paratênico no ciclo de vida de vários parasitas. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a biodiversidade parasitária e a contaminação por elementos traço em *S. proops* coletados no estuário do rio Japaratuba, SE. O estudo foi realizado levando-se em consideração dois períodos: de novembro de 2010 a novembro de 2011 e de agosto de 2012 a julho de 2013. Os espécimes adquiridos foram medidos e pesados, em seguida necropsiados e examinados seguindo protocolos específicos para cada grupo de parasitas. Foram extraídas de cada peixe amostras de 0,5 g de musculatura, levadas à secagem em estufa a 60°C e maceradas em cadinho até adquirirem textura de pó. Após esse processo, as pastilhas com as amostras foram analisadas por meio de ensaio multielementar utilizando a técnica de análise por espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão de energia (EDXRF) para quantificação dos elementos As, Ca, Cd, Cl, Cu, Fe, Hg, I, K, Mg, Mn, Na, Se e Zn. Foram coletados 126 espécimes de *S. proops* com comprimento total médio de 27,40cm ($\pm$ 4,98; var: 16,5 – 40,5) e peso médio de 179,03g ($\pm$ 103,06; var: 30,4 – 563,0), sendo 42 fêmeas e 84 machos, e examinados, dos quais 61,11% estavam parasitados por uma espécie de metazoários parasita, 19,84% por duas e 3,17% por três espécies, integralizando 84,13% de prevalência total. Foram coletados 1653 espécimes de parasitas (1013 adultos e 640 larvas) pertencentes a 10 espécies: *Ergasilus* (Copepoda), *Contracaecum* sp., *Procamallanus* sp., *Raphidascaroides* sp. e *Cuccullanus* sp. (Nematoda), Ancyrocephalinae (Monogenea), *Pseudoacanthostomum panamense*, *Clinostomum* sp. e duas metacercárias não identificadas, denominadas como metacercária 1 e metacercária 2 (Digenea). As análises dos elementos arsênio (As) e selênio (Se) apresentaram valores médios de 12.49 mg/kg e 1.35 mg/kg em peso seco, respectivamente, estando acima do limite máximo permitido pela legislação.

PALAVRAS – CHAVE: Contaminação parasitária, espécies químicas, pescado, região estuarina, *Sciades proops*, Brasil.

ABSTRACT

The uritinga (*Sciades proops*) is an important resource of artisanal fisheries in the municipality of Pirambu, state of Sergipe, Brazil. The estuary of the Japaratuba river, is historically a region where artisanal fishing is the basis of the economy due to significant commercialization of this fish. Catfish, family Ariidae, occur in tropical and subtropical coastal areas. The species *S. proops* inhabits muddy bottoms of estuaries and shallow brackish lagoons, also occurring in freshwaters. By owning this habit is believed to accumulate greater amounts of trace elements, since it is in contact with the substrate larger than other fish. This species can act as an intermediary, definitive and / or paratenic host in the life cycle of various parasites. Thus, the aim of this study was to evaluate the parasite biodiversity and contamination by trace elements in *S. proops* collected in the estuary of the Japaratuba river. The study was conducted in two periods: November 2010 to November 2011 and from August 2012 to July 2013. The specimens obtained were measured and then necropsied and examined by following specific protocols for each group of parasites. Sample were extracted from each fish of 0.5 g of muscles, taken to dryness in an oven at 60 ° C, and steeped in a furnace to acquire texture powder. After this process, the tablets with the samples were analyzed by using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDXRF) for quantification of As, Ca, Cd, Cl, Cu, Fe, Hg, I, K, Mg, Mn , Na, Se and Zn. A total of 126 specimens of *S. proops* with average total length of 27.40 cm ($\pm$ 4.98; var: 16.5 to 40.5) and mean weight of 179.03 g ($\pm$ 103.06; var: 30.4 to 563.0), and 42 females and 84 males, were examined and 61.11% were parasitized by a species of metazoan parasite, 19.84% and 3.17% for two of three species after paying 84.13% of the total prevalence. One thousand six hundred fifty-three 1653 specimens of parasites (1013 adults and 640 larvae) belonging to 10 species were collected: *Ergasilus* (Copepoda), *Contracaecum* sp., *Procamallanus* sp., *Raphidascaroides* sp. e *Cuccullanus* sp. (Nematoda), Ancyrocephalinae (Monogenea), *Pseudoacanthostomum panamense*, *Clinostomum* sp. and two unidentified metacercariae referred to as metacercariae 1 and metacercariae 2 (Digenea). The analyzes of the elements arsenic (As) and selenium (Se) showed average values of 12.49 mg / kg and 1.35 mg / kg dry weight, respectively, and are above the upper limit allowed by law.

KEY WORDS: parasitic contamination, chemical species, fish, estuarine region, *Sciades proops*, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O peixe constitui fonte de proteína de alto valor nutricional na alimentação humana, sendo tão importante quanto à carne bovina. O teor proteico varia de 15 a 20% e são classificados em relação à gordura como magros (menos que 1% de gordura, assim como bacalhau, carpa, pescada, truta, linguado), meio gordos (entre 7 e 8% de gordura, assim como salmão, arenque, cavala, congrio) e gordos (mais de 15% de gordura, assim como atum, enguia), e é fonte importante de gorduras insaturadas, vitaminas e minerais (LEDERER, 1991). Os peixes constituem, em nível mundial, um dos recursos alimentares de maior qualidade e abundância (LUQUE, 2004).

Contudo, esses animais, assim como outros, podem ser acometidos por uma grande diversidade de agentes causadores de doenças de origem bacteriana, virótica, fúngica e/ou parasitária, que podem, muitas vezes, colocar em risco a saúde do consumidor (GERMANO *et al.*, 2011).

Os peixes são hospedeiros intermediários e paratênicos eficientes de parasitas, os quais são transmitidos principalmente para aves piscívoras, que atuam como hospedeiros definitivos, resultando em relações ecológicas eficientes para a manutenção de ciclos biológicos (VICENTE *et al.*, 1995; VICENTE & PINTO, 1999).

A maioria dos parasitas é encontrada nas vísceras que são eliminadas durante o processamento do pescado, entretanto algumas espécies parasitam a musculatura, podendo causar zoonose caso o pescado seja consumido de forma inadequada (RODRÍGUEZ, 1998; LORENZO, 2000).

Os estudos das zoonoses parasitárias transmitidas por pescado despertam cada vez mais o interesse de pesquisadores e autoridades sanitárias do mundo inteiro, por causarem problemas de saúde pública na população, a qual se infecta pelo consumo de pescado cru ou cozido insuficientemente (OKUMURA *et al.*, 1999).

No contexto da alimentação humana e no desenvolvimento das indústrias pesqueiras, a parasitologia atingiu nível relevante de importância, pois a tecnologia do pescado, no seu aspecto de inspeção visa a segurança do consumidor (SILVA & SÃO CLEMENTE, 2001).

A contaminação do peixe por parasitas não é a única preocupação no que diz respeito à segurança alimentar. Os sistemas aquáticos fazem parte da principal via de intoxicação de seres humanos por poluentes orgânicos e inorgânicos, principalmente através do consumo de pescado contaminado (MACKAY & CLARK, 1991). Quando comparado a ingestão de água contaminada, os riscos à saúde associados à ingestão

de pescado contaminado chegam a ser de 20 a 40 vezes mais elevados (FORAN, 1990). Isto está relacionado a capacidade que os organismos aquáticos tem de concentrar os elementos traço em até dez vezes as concentrações observadas no meio ambiente (ROCHA, 1985).

A concentração dos elementos traço é o principal fator que define se exercem funções benéficas ou prejudiciais à saúde humana. A alimentação é uma das principais maneiras de ingerir estes elementos, porém deve-se observar se estes alimentos estão aptos ao consumo (MENDIL *et al.*, 2005). Os elementos químicos essenciais à manutenção e ao equilíbrio da saúde, quando em excesso, tornam-se nocivos, podendo comprometer gravemente o bem-estar dos organismos (RODRIGUES,1998).

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a biodiversidade parasitária e a contaminação por elementos traço em *Sciades proops* coletados no estuário do rio Japaratuba, SE.

2.1 Objetivos específicos

- Descrever os metazoários parasitas encontrados em *S. proops* no local da coleta;
- determinar a prevalência, a abundância média e a intensidade das infecções por helmintos mais frequentemente encontrados;
- relacionar as variações populacionais das espécies de parasitas encontrados com variáveis biológicas (peso e comprimento) de *S. proops*;
- avaliar o parasitismo em *S. proops* por meio da estrutura da infracomunidade utilizando índices ecológicos e epidemiológicos ;
- mensurar o nível de contaminação por elementos traço na musculatura do peixe e verificar se está compatível com os valores preconizados pela ANVISA;
- correlacionar os dados de elementos traço encontrados na musculatura do peixe com a intensidade de infecção por parasitas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Consumo e produção pesqueira

A Organização Mundial da Saúde recomenda o consumo per capita de 12 kg de peixe por ano por habitante. A média global de consumo per capita é de 18 kg/ano, porém a média para a América Latina e Caribe é de 9 kg/ano. Segundo a FAO (Organização Mundial das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, 2013), o consumo per capita de pescado no território brasileiro aumentou de 4 kg/ano para 9 kg/ano nos últimos 8 anos. Estes dados mostram que o Brasil vem acompanhando uma tendência mundial de consumo de alimentos que são ricos em nutrientes e benéficos à saúde (PACHECO *et al.*, 2004; MPA, 2012). O processo de globalização de hábitos alimentares é um fator que vem contribuindo para o aumento do consumo de pescado, tornando cada vez mais frequente nas cidades ocidentais a difusão desse tipo de alimentação praticada principalmente em países orientais (PINHEIRO *et al.*, 2006).

Vale ressaltar que, no Brasil, existem duas categorias distintas de consumidores: os habitantes de zonas ribeirinhas ou litorâneas, compondo a população de classe baixa, que tem no pescado uma fonte de subsistência e renda; e a população, de classe alta, que utiliza o pescado como uma fonte alimentar alternativa, o qual permite manter uma alimentação saudável, baseada em uma dieta rica em nutrientes e com baixos índices calóricos (GERMANO & GERMANO, 2011; MPA, 2012).

A produção de pescado nacional para o ano de 2011 foi de 1.431.974,4 t, registrando-se um incremento de aproximadamente 13,2% em relação a 2010. A pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 553.670,0 t (38,7% do total de pescado), seguida pela aquicultura continental (544.490,0 t; 38,0%), pesca extrativa continental (249.600,2 t; 17,4%) e aquicultura marinha (84.214,3 t; 6%). Em 2011, a região Nordeste continuou registrando a maior produção de pescado do país, com 454.216,9 t, respondendo por 31,7% da produção nacional (MPA, 2011).

Em 2010, a produção pesqueira estimada em 12 municípios nordestinos foi 2.859 mil toneladas. Sergipe foi responsável por 87% e a Bahia por 13% desta produção. O município de Pirambu/SE teve a 2º maior produção, 547,7 toneladas de pescado, ficando atrás apenas da capital Aracaju que produziu 601 toneladas. Em Pirambu, no ano de 2010, a produção total de bagre foi de 2.684,58 kg (SOUZA *et al.*,

2012).

3.2 Aspectos gerais da Ictioparasitologia

Os parasitas são indicativos de muitos aspectos da biologia de seus hospedeiros, incluindo dieta, migração, “recrutamento”, desagregação de população e filogenia. Parasitas com ciclos de vida complexos tem a sua transmissão dependente da presença de uma variedade de hospedeiros intermediários invertebrados ou vertebrados, hospedeiros paratênicos e definitivos dentro do ecossistema (MARCOGLIESE & CONE, 1997). É através da relação predador-presa que ocorre frequentemente a transmissão, por isso os parasitas dependem, e são indicativos, de interações tróficas e de estruturas de cadeia alimentar.

Os estudos referentes à patologia e a parasitologia de peixes são temas de destaque no contexto da piscicultura mundial (OKUMURA *et al.*, 1999; SILVA & SÃO CLEMENTE, 2001), contudo o nível de pesquisa da patologia piscícola comparada ao verificado em outras espécies de animais ainda é baixo, sendo assim, a bibliografia especializada tem revelado, muitas vezes, ser escassa de informações (BARROS *et al.*, 2002).

A princípio, as pesquisas ictioparasitológicas abordavam aspectos taxonômicos, resultando na descrição e no registro de numerosas espécies de protozoários, helmintos e crustáceos parasitas. Dessa forma, foi possível conhecer melhor a biodiversidade destas espécies. Porém, nas últimas décadas, novas tendências na pesquisa ictioparasitológica mundial vem ganhando destaque, entre elas: o uso dos parasitas de peixes como indicadores biológicos; análise ecológica do parasitismo, incluindo estudos de dinâmica populacional e estrutura da comunidades parasitárias; estudo do parasitismo como fator limitante em atividades de cultivo marinho; e o estudo da biologia e a determinação de estágios larvais de helmintos com potencial zoonótico (LUQUE, 2004).

Os parasitas utilizam várias estratégias para alterar o comportamento do hospedeiro intermediário, aumentando assim a susceptibilidade de serem predados, dentre elas: redução da histamina, aumento da conspicuidade, desorientação e alterações nas reações à estímulos, como luz e temperatura (HOLMES & BETHEL, 1972).

O conhecimento sobre os parasitas de peixes é essencial para a aquisição de produtos de boa qualidade. Os parasitas podem infectar várias partes dos peixes, entre elas as brânquias, estruturas de grande importância no metabolismo e homeostase dos peixes. As lesões nas brânquias causadas por parasitas podem

causar desorganização estrutural, hiperplasia do epitélio, hipertrofia celular, necrose e inflamação. Estas anormalidades são resultado de inúmeros fatores como, por exemplo, duração da exposição, intensidade da infecção, grau de regeneração, sendo que tais complicações podem levar ao comprometimento das trocas gasosas e metabólicas e consequentemente, a integridade do animal (CAMPOS *et al.*, 2011).

Os danos causados por nematódeos nos peixes variam a depender da espécie considerada, do órgão atacado e da intensidade da parasitose. As formas larvais são consideradas mais prejudiciais aos hospedeiros que os vermes adultos, já que estes podem provocar lesões significativas ao migrar em direção a determinados órgãos (EIRAS *et al.*, 2006).

Da mesma forma, os trematódeos possuem maior ação patogênica quando os peixes atuam como hospedeiros intermediários, visto que as larvas dos digenéticos, denominadas de metacercárias, são mais agressivas para os hospedeiros do que as formas adultas. Ao migrarem pelos tecidos para alcançarem o sítio de infecção, podem causar lesões e, ao se encistarem, também podem causar alterações nos tecidos (TAKEMOTO *et al.*, 2002).

Os crustáceos podem ser considerados um dos maiores causadores de doenças aos peixes cultivados. A grande diversidade de espécies parasitas desperta o interesse ao estudo da fauna parasitária. Entre os copépodos, Ergasilidae é uma das maiores Famílias que parasitam peixes, são parasitas que vivem associados aos filamentos e rastros branquiais e fossas nasais de peixes teleósteos. As ergasilidioses são provocadas tanto por macho quanto por fêmeas, pois ao contrário do que acontece em outros grupos, ambos são parasitas (MALTA, 1994; AMADO, 1995; EIRAS *et al.*, 2006).

Segundo Eiras (1994), uma importante consequência de algumas infecções parasitárias é a redução de peso dos peixes e também o aumento da susceptibilidade desses animais a infecções por agentes oportunistas, como fungos e bactérias. Em adição aos efeitos sobre a saúde dos peixes, helmintos causam consideráveis perdas econômicas na indústria pesqueira (THATCHER & BRITES NETO, 1994).

3.3 Elementos traço e saúde humana

O acúmulo de elementos traço no peixe ocorre por meio da absorção pela superfície do tegumento (pele e escamas); via respiração, e alimentação. Alguns fatores como tamanho, hábito alimentar, peso, idade, o comprimento e o tipo da espécie estão relacionados com a capacidade de acumulação. É evidente a bioacumulação desses elementos em peixes, mesmo quando estes contaminantes se

encontram na água em baixas concentrações (MACHADO *et al.*, 2002). Nesse contexto, os metais podem causar nos peixes distúrbios no crescimento e na reprodução além de mudanças histopatológicas na pele, brânquias, fígado e rins (VITEK *et al.*, 2007).

Elemento traço é a denominação utilizada para metais catiônicos e aniônicos presentes em baixas concentrações, usualmente $<1 \text{ g.kg}^{-1}$, (ESTEVES, 1998; KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001). Recentemente esse termo tem sido adotado em várias publicações em detrimento da expressão “metal pesado”, devido à não distinção entre metal e não-metal, à sua ocorrência em baixas concentrações e, visto que, alguns elementos considerados como tal, nem sequer são metais, como por exemplo: o arsênio. (GUILHERME *et al.*, 2005).

Os elementos traço são divididos de acordo com sua influência, podendo ou não ter significado nutricional importante para o organismo. São classificados como essenciais: I, Zn, Se, Cu, Mn, Mo, Fe, Cr, pois mesmo em baixas concentrações desempenham papel importante no metabolismo; os não essenciais: Si, Ni, B, V são aqueles que não tem função biológica definida e os tóxicos, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li, Sn não são essenciais aos seres vivos biologicamente, são considerados muito tóxicos, mesmo em baixas concentrações, quando estão presentes no meio ambiente, porque tem potencial acumulativos nos organismos humanos e animais (OMS, 1998; CUNHA & MACHADO, 2004). Quando em grandes concentrações, os elementos essenciais também podem causar toxicidade aos organismos vegetais e animais. Alguns elementos químicos como cálcio, ferro, magnésio, potássio, sódio, cloro, fósforo e o enxofre são macroelementos considerados essenciais à saúde dos seres vivos; outros como, por exemplo, cobre, zinco, flúor, selênio, cromo, molibdênio e cobalto são microelementos essenciais, fazendo parte de sistemas enzimáticos complexos, que quando estão presentes no meio ambiente em altas concentrações podem ser tóxicos (ESTEVES, 1998).

Os elementos traço se caracterizam pela capacidade de acumular-se nos componentes do ambiente onde manifestam sua toxicidade, pelo fato de não serem degradáveis. Os solos e sedimentos são os locais de fixação final desses elementos (BAIRD, 2002).

A carga total de elementos traço nos rios está relacionada às características geológicas e ecológicas das bacias de drenagem e do tipo de atividade antrópicas presentes nessa região. Quando há lançamentos diretos, a carga total dos efluentes depende do tipo de indústria e da intensidade da atividade humana responsável pelo lançamento. Sendo assim, estes elementos são transportados principalmente sob a forma dissolvida ou ligada ao material particulado em suspensão. O tipo de elemento e

a carga total desse elemento lançado no rio é que vai definir a distribuição dos elementos entre as duas fases (LACERDA *et al.*, 1987).

Portanto, rios que recebem grandes cargas de rejeitos industriais, geralmente apresentam grandes concentrações de elementos na fase dissolvida, enquanto que rios sem contribuições antrópicas apresentam a maior parte da carga total de elementos traço associada ao material particulado em suspensão (ESTEVES, 1998).

A poluição dos rios sergipanos está relacionada principalmente com efluentes industriais, agroindustriais (frigoríficos, usinas de cana-de-açúcar), esgotos sanitários, entre outros. Entre os rios mais poluídos estão os rios: Sergipe, do Sal e Cotinguiba. Além de causar perda econômica para a população de pescadores, tal situação reflete-se negativamente na vida de organismos aquáticos (peixes, camarões, ostras e outros crustáceos). O uso do solo na bacia do rio Japarutuba caracteriza-se pela existência de áreas urbanas e rurais, unidades industriais e grande parte do campo de exploração de petróleo do Estado de Sergipe, além da exploração de potássio. Nesse contexto, o rio Japarutuba é considerado um dos mais poluídos do estado, o que causa preocupação pelo fato desse rio passar por 20 municípios (SEMARH, 2003; ARAÚJO *et al.*, 2009).

Mais de 90% da carga de elementos traço está associada ao material particulado em suspensão e ao sedimento nos ambientes aquáticos (ZHENG *et al.*, 2008). A preocupação associada aos químicos presentes no sedimento decorre do fato de muitas espécies da cadeia trófica passarem a maior parte de seu ciclo de vida neste. Os estuários e as regiões costeiras são muito utilizados para a disposição de efluentes urbanos e industriais, originando a contaminação das águas e dos seres vivos presentes nesse ambiente por diversos poluentes. Verifica-se mundialmente o aumento nos níveis desses contaminantes e, conseqüentemente levado à formulação de estratégias com o objetivo de diminuir o impacto causado nesses ecossistemas que sustentam a maior parte da biodiversidade marinha, os principais recursos pesqueiros e as reservas energéticas mundiais (MAIA, 2006). No contexto da saúde, o grau de contaminação dos ecossistemas aquáticos pode colocar em risco a saúde das populações ribeirinhas que utilizam essas águas tanto para a pesca quanto para o lazer (MAIA, 2006).

O termo elementos traço é utilizado para elementos químicos que contaminam o meio ambiente, provocando diferentes danos à biota (TSUTIYA, 2006), podendo ser metais (Zn, Cd, Cu, Ni), ametais (Se) e semimetais (As, Sb). Os metais são causadores de muitos efeitos negativos para saúde humana, principalmente através da contaminação ambiental, onde a remediação da poluição por metais se torna difícil devido à sua alta persistência e sua baixa degradabilidade no ambiente (YUAN *et al.*,

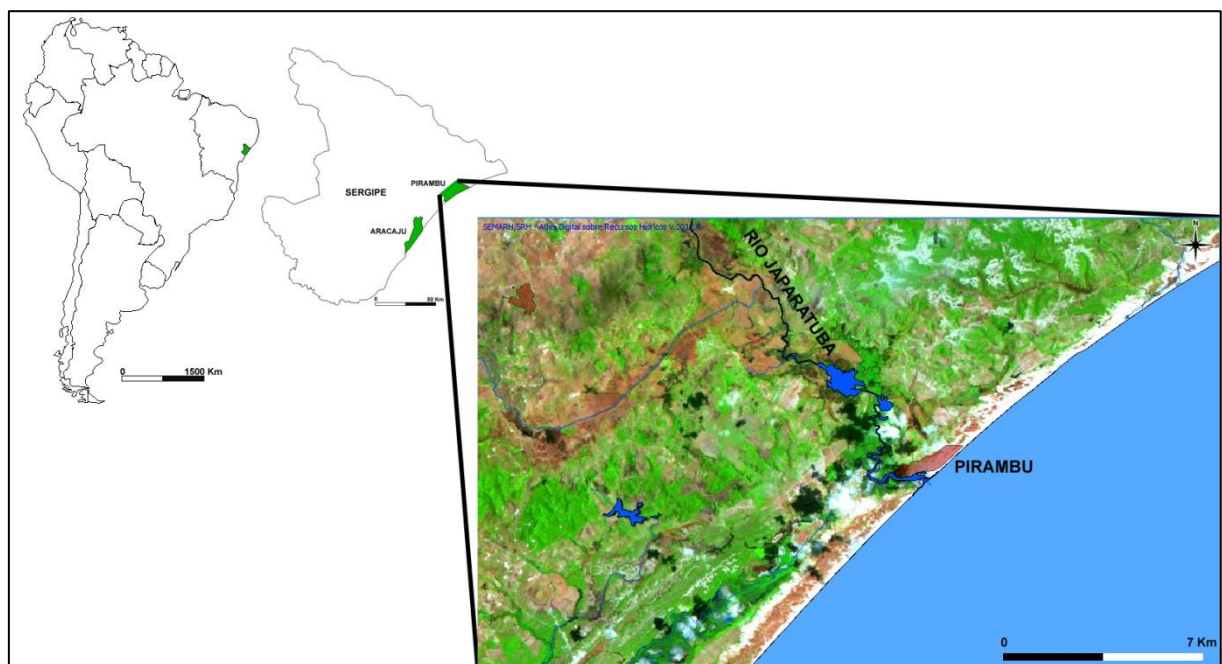
2004). A demanda mundial por alimentos de grande valor nutricional coloca o peixe como um dos mais consumidos. No entanto, a influência antropogênica sobre os recursos naturais e pesqueiros pode levá-lo à contaminação por metais, acarretando em sérios riscos à saúde humana.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O município de Pirambu, Sergipe, ($10^{\circ} 44' 16''$ S e $36^{\circ} 51' 23''$ O) dista 36 km da capital Aracaju, tem 218 km² de área e está localizada na microrregião de Japaratuba. Compreende 9 povoados e sua população é de aproximadamente 8.877 habitantes (IBGE, 2013). Sua hidrografia é composta de várias lagoas e rios, sendo o mais importante o Japaratuba (aproximadamente 92 km de extensão, nascendo na Serra de Boa vista e desaguando no oceano Atlântico, em Pirambu) (MENDONÇA & SILVA, 2009) (Figura 1).

Figura 1- Localização do município de Pirambu e estuário do Rio Japaratuba, SE



Fonte: (SEMARH, 2012).

Historicamente, a principal atividade econômica desse município é a pesca artesanal realizada nos estuários dos rios Pomonga, Japaratuba e no Oceano Atlântico (MENDONÇA & SILVA, 2009).

4.2 Bagre *Sciades proops*

Os bagres da Família Ariidae ocorrem nas zonas litorâneas tropicais e subtropicais, em ambientes marinhos, estuarinos e em águas interiores, sendo geralmente mais abundantes em águas costeiras pouco profundas, em fundo lodoso

ou arenoso (ARAÚJO, 1988; ANDREATA *et al.*, 1989). Pertencem à Classe Actinopterygii (peixes ósseos), com esqueleto, pelo menos, parcialmente ossificado; bexiga natatória presente; ocupa todos os oceanos, bem como também quase todos os rios, ribeirões e lagos. São Siluriformes (Ordem) com boca não protrátil e sem escamas, possuindo barbilhões. Possuem nadadeira caudal bifurcada, nadadeira adiposa presente, 3 pares de barbilhões e raramente 2 pares, placas ósseas presentes na cabeça e nadadeira dorsal, uma coluna de liderança em ambas as nadadeiras peitorais e dorsais. Espécies exclusivamente marinhas podem ser encontradas a mais de 100 m de profundidade (ARAÚJO, 1988; ANDREATA *et al.*, 1989; MARCENIUK, 2005; FROESE & PAULY, 2013).

Sciades proops (Figura 2), conhecida popularmente como uritinga, habita principalmente a porção do fundo dos estuários de águas rasas enlameadas e lagoas salobras, ocorrendo também em águas doces. Por possuir esse hábito, acredita-se que pode concentrar maior quantidade de elementos traço, já que, está em maior contato com o substrato que outros peixes (KHAN, 1991). Sua dieta baseia-se em peixes e crustáceos. Apresenta dois ciclos anuais de crescimento. A reprodução ocorre de novembro a abril. (FROESE & PAULY, 2013).

Figura 2-*Sciades proops* coletado no estuário do rio Japaratuba/ SE, 2012.



4.3 Coleta dos peixes e processamento dos parasitas

O estudo foi realizado levando-se em consideração dois períodos: de novembro de 2010 a novembro de 2011 e de agosto de 2012 a julho de 2013. Os peixes foram adquiridos mensalmente de pescadores artesanais na zona costeira e estuarina do rio Japaratuba, município de Pirambu, SE, resfriados em gelo e

transportados ao Laboratório de Biologia Tropical (ITP/UNIT) em caixa térmica, medidos, pesados, fotografados e, em seguida, necropsiados.

Inicialmente foi realizado um exame externo da superfície corporal do hospedeiro, incluindo as nadadeiras para a pesquisa de ectoparasitas. Em seguida procedeu-se a abertura da cavidade visceral para a exposição dos órgãos, realizando-se uma incisão ao longo da linha média ventral, começando na região urogenital e prolongando-a até a região da cabeça (MORAVEC, 1998). A seguir, os órgãos foram retirados e individualizados em placas de Petri. Com a utilização de microscópio estereoscópico e microscópio óptico comum foram analisados para a verificação da presença de parasitas: mesentério, cavidade visceral e opercular, intestino, estômago, bexiga natatória, fígado e brânquias (EIRAS *et al.*, 2006).

Para o estudo de Monogenea, as brânquias foram isoladas inteiras e mergulhadas em frascos com água a 56⁰C, com agitações vigorosas por um minuto. Em seguida, o sobrenadante foi colocado em placa de Petri e os parasitas presentes, contados e fixados em formalina 5% e álcool 70%. (KRITSKY *et al.*, 1995; POPAZOGLO, 1997; EIRAS *et al.*, 2000; VIANNA *et al.*, 2008). Os arcos branquiais foram individualizados em placa de Petri e levados ao estereoscópio para análise, os exemplares de copépodos encontrados foram preservados em álcool 70% e posteriormente clarificados em ácido láctico 85% para identificação (TAVARES & LUQUE, 2001).

Os trematódeos encontrados foram comprimidos entre duas lâminas e conservados em líquido de Railliet-Henry, e posteriormente corados por carmin clorídrico (LANGERON, 1949).

Os nematódeos foram mortos em solução salina 0,15 M a 65⁰C e conservados em solução de álcool 80% glicerinado a 10% (EIRAS *et al.*, 2000) para posterior diafanização com lactofenol (FAGERHOLM, 1979).

4.4 Índices epidemiológicos e ecológicos

Para os cálculos dos índices epidemiológicos foi considerado todo o período de coleta de peixes (de novembro de 2010 a julho de 2013), mesmo havendo lacunas entre as coletas. Para o estudo da sazonalidade foi considerado apenas as coletas compreendidas entre agosto de 2012 e julho de 2013, por abranger um período de um ano sem interrupções.

Os cálculos de prevalência (P), intensidade média de infecção (IM) e abundância média (AM) foram realizados a partir das definições apresentadas por Bush *et al.* (1997), e são dados por:

$$P = \frac{NP}{NE} \times 100$$

onde NP é o número de peixes infectados por uma determinada espécie de parasito e NE é o número total de peixes examinados;

$$IM = \frac{Nsp1}{NPsp1}$$

onde Nsp1 é o número de indivíduos de uma determinada espécie parasita e NPsp1 é o número de peixes infectados por essa espécie.

$$AM = \frac{Nsp1}{NE}$$

onde Nsp1 é o número de indivíduos de uma determinada espécie parasita e NE é o número de peixes examinados.

O Fator de Condição Relativo, denominado Kn (LE CREN, 1951), é bom um indicador da higidez do peixe e reflete o estado de desenvolvimento, levando em consideração as alterações morfométricas do peixe. É calculado a partir de uma relação entre o peso e o comprimento e é dado por:

$$Kn = \frac{P}{aCT^3}$$

onde P é o peso em gramas do indivíduo, CT o comprimento total em centímetros e a uma constante de ajuste dada pela média de P/CT^3 do grupo.

Os peixes foram separados em dois grupos, parasitados e não parasitados, independentemente da espécie parasita presente e da intensidade de infecção, e foi então calculado o Fator de Condição Relativo de cada grupo para análise da influência do parasitismo no desenvolvimento dos peixes.

Rohde *et al.* (1995) definem como dominante aquela espécie parasita que apresenta a intensidade de infecção mais alta e a frequência de dominância a quantidade de casos em que aquela espécie de parasita sobressai em relação às outras. Do mesmo modo a dominância compartilhada ocorre quando duas ou mais espécies parasitas apresentam a mesma intensidade de infecção, sobressaindo em relação às outras e a dominância relativa média equivale à abundância média porém, levando-se em consideração apenas os casos onde a espécie parasita é dominante. A frequência de dominância, dominância compartilhada e dominância relativa média foi

calculada de acordo com Rohde *et al.* (1995) e analisada segundo Bush & Holmes (1986).

O padrão de distribuição espacial das infecções parasitárias pode indicar o comportamento da infecção influenciada por vários fatores relacionados à biologia do hospedeiro. Ludwig & Reynolds (1988) definem três padrões de distribuição baseadas na variância da intensidade média da infecção: aleatória ou randômica (a variância menor que a média), uniforme (variância igual a zero) ou agregada (variância maior que a média). O índice de agregação (k) pode ser calculado por:

$$k = \frac{X^2}{s^2 - X}$$

onde X é a intensidade média de infecção e s^2 a variância da média. O valor de k quanto mais próximo de zero maior será a agregação da distribuição.

O índice de diversidade de Simpson (λ) varia de 0 a 1 e dá a probabilidade de dois indivíduos coletados ao acaso em uma população pertencerem à mesma espécie. Se a probabilidade desses indivíduos pertencerem à mesma espécie for alta, então a diversidade da comunidade pode ser considerada baixa. O índice de Simpson é dado por:

$$\lambda = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$$

O índice de diversidade de Simpson das espécies parasitas analisadas foram calculados de acordo com Ludwig & Reynolds (1988) e Magurran (1988).

Os coeficientes de associação foram calculados para testar as associações entre os pares de metazoários parasitas encontrados em *S. proops*, com o objetivo de verificar a independência de associação entre as espécies parasitas. Foram calculados os coeficientes de associação de Jaccard, Dice e Ochiai (JANSON & VEGELIUS, 1981; LUDWIG & REYNOLDS, 1988; POULIN & VALTONEN, 2001).

Para todos os coeficientes foram considerados os seguintes critérios:

- sp1 e sp2 = as duas espécies em associação;
- a = número de peixes em que ocorrem ambas as espécies concomitantemente;
- b = número de peixes em que ocorre a sp1 e não a sp2;
- c = número de peixes em que ocorre a sp2 e não a sp1.

O índice de Jaccard é a proporção do número de peixes onde ambas as espécies ocorrem e o número total de peixes em que pelo menos uma das espécies ocorre, e é dado por:

$$r_J = \frac{A}{a+b+c}$$

O índice de Dice é baseado na média harmônica de $a/a+b$ e de $a/a+c$ e foi calculado por:

$$r_D = \frac{2a}{2a+b+c}$$

O índice de Ochiai é baseado na média geométrica de $a/a+b$ e de $a/a+c$ e foi calculado por:

$$r_O = \frac{a}{\sqrt{a+b} \sqrt{a+c}}$$

Todos os índices variam o coeficiente de associação entre 0 (sem associação) e 1 (associação total).

4.5 Análise dos elementos traço

Para a quantificação dos elementos traço, foram utilizadas amostras da musculatura dos pescados coletados entre agosto de 2012 a julho de 2013, baseando a análise nas partes comestíveis do mesmo, a fim de verificar a presença de metais acima dos limites de tolerância estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 1965). Todos os instrumentos para necropsia dos peixes e para a filetagem das amostras musculares foram cuidadosamente esterilizados a fim de se evitar contaminação. Para análise dos elementos traço as porções assépticas foram de 0,5 g da musculatura de cada exemplar.

As amostras de musculatura extraídas do peixe foram pesadas, acondicionadas em recipientes estéreis, identificadas e armazenadas em freezer a -20°C. Posteriormente, procedeu-se à secagem, em estufa a 60°C, por aproximadamente 48 horas. As amostras secas foram retiradas cuidadosamente e maceradas em cadinho até adquirirem textura de pó. Em seguida, foram levadas à estufa em placas de Petri, por mais 48 horas, em temperatura de 60°C. As amostras secas foram armazenadas em frascos de vidro devidamente identificados, levados à

estufa a 60°C mais uma vez para homogeneizar o máximo possível a amostra. Depois desse processo, foram confeccionadas pastilhas a partir das amostras secas que foram analisadas por meio de ensaio multielementar utilizando a técnica de análise por espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão de energia (EDXRF) para quantificação dos elementos As, Ca, Cd, Cl, Cu, Fe, Hg, I, K, Mg, Mn, Na, Se e Zn (CARMO *et al.*, 2011).

4.6 Análise estatística

As análises estatísticas envolvendo os índices epidemiológicos foram realizadas utilizando-se apenas as espécies de parasitas que apresentaram prevalência acima de 10%, com exceção da análise do Fator de Condição Relativo, onde foi utilizada a prevalência total independente da espécie parasita.

Foi realizado o teste T de Student para a comparação das médias dos Kn dos grupos parasitados e não parasitados.

Para testar a influência do sexo na prevalência foi realizado o teste do qui quadrado com correção de Yates e tabela de contingência 2x2, enquanto que para influência do sexo na intensidade de infecção e abundância média utilizou-se o teste de Mann-Whitney de comparação de médias.

Para testar a influência do peso e do comprimento total na prevalência foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, enquanto que para verificar a correlação entre o peso, o comprimento total, a intensidade de infecção e a abundância média foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman.

A variação sazonal das infecções foi analisada utilizando-se o teste de comparação múltipla de médias de Duncan, considerando um período estacional. Da mesma maneira a variação sazonal de elementos traço na musculatura do pescado foi correlacionada com a intensidade de infecção obtida no mesmo período, calculando-se o coeficiente de correlação de Spearman.

Quando necessário foi aplicada a transformação dos dados utilizando-se $\log(n+1)$ e as análises estatísticas foram realizadas considerando-se o intervalo de confiança igual a 5%.

5. ARTIGO 1- Formatado de acordo com as normas da Brazilian Journal of Biology

Estrutura da infracomunidade parasitária de *Sciades proops* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Ariidae) do estuário do rio Japarutuba, Sergipe

Renata P. S. Carvvalho¹; Ricardo M. Takemoto²; Cláudia M. Melo³; Verónica L. S. Jeraldo³ e Rubens R. Madi^{1*}

¹Laboratório de Biologia Tropical, Instituto de Tecnologia e Pesquisa, Av. Murilo Dantas,300, Farolândia, Aracaju, Sergipe, Brasil. *rrmadi@gmail.com

²Laboratório de Icioparasitologia – Nupelia – Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Campus Universitário – Maringá, Paraná, Brasil. CEP 87020-900

³Laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias, Instituto de Tecnologia e Pesquisa, Av. Murilo Dantas,300, Farolândia, Aracaju, Sergipe, Brasil.

Resumo

O bagre *Sciades proops* habita principalmente estuários de águas rasas enlameadas e lagoas salobras, ocorrendo também em águas doces. Por esses motivos acredita-se que essa espécie pode atuar como hospedeiro intermediário, definitivo e paratênico no ciclo de vida de vários parasitas. Entre novembro de 2010 a novembro de 2011 e de agosto de 2012 a julho de 2013, Um total de 126 espécimes de *Sciades proops* originários da região estuarina do rio Japarutuba, município de Pirambu, SE, foram examinados em busca de parasitas, dos quais 84,13% estavam parasitados por pelo menos uma espécie de parasita encontrada: *Ergasilus* sp. (Copepoda) Prevalência P =77,78%; Intensidade Média de Infecção IM =10,08±15,48 parasitas/peixe, Abundância Média AM =7,48±14,27) nas brânquias, *Contracaecum* sp. (P=23,02%; IM=20,59±80,58, AM=4,47±39,12) na cavidade geral, *Procamallanus* sp. (P=0,79%; IM=1, AM=0,01±0,09), *Raphidascaroides* sp. (P=2,31%; IM=1,33±0,58, AM=0,33±0,22) e *Cuccullanus* sp. (P=0,79%; IM=1, AM=0,01±0,09) (Nematoda) no intestino, Ancyrocephalinae (Monogenea) (P=0,79%; IM=1, AM=0,01±0,09) nas brânquias, *Pseudoacanthostomum panamense* (P=1,59%; IM=9,00±8,49, AM=0,14±1,36) no intestino, *Clinostomum* sp. (P=1,59%; IM=17,50±23,33, AM=0,29±3,03) na superfície do corpo e duas metacercárias não identificadas, denominadas como Metacercária 1 (P=0,79%; IM=1, AM=0,01±0,09) e Metacercária 2 (P=0,79%; IM=7, AM=0,06±0,62)

(Digenea) ambas na bexiga natatória. *Ergasilus* sp. foi a espécie dominante sendo classificada como central, *Contracaecum* sp. como a satélite e as demais como espécies secundárias. A distribuição espacial da infecção por *Ergasilus* sp. e *Contracaecum* sp. apresentaram um padrão típico de distribuição agregada. O sexo dos hospedeiros não influenciou nas infecções parasitárias, porém a infecção por *Ergasilus* sp. apresentou correlação positiva e significativa entre os parâmetros biométricos e os epidemiológicos enquanto que na infecção por *Contracaecum* sp. a correlação ocorreu apenas com a prevalência e a abundância.

Palavras chave: peixe estuarino, bagre, parasita, Sergipe, Brasil.

Structure of parasite infracommunity of the *Sciades proops* (Valenciennes, 1840)
(Siluriformes, Ariidae) from Japaratuba River estuary, Sergipe, Brazil.

Abstract

The catfish *Sciades proops* inhabits muddy estuaries and shallow brackish lagoons, also occurring in freshwaters. For these reasons it is believed that this species may act as an intermediate, definitive and paratenic host in the life cycle of many parasites. From November 2010 to November 2011 and from August 2012 to July 2013, a total of 126 specimens of *Sciades proops* originating in the estuarine region of Japaratuba river, state of Sergipe, Brazil, were examined for parasites, of which 84.13% were infected by at least one species found: *Ergasilus* sp.(Copepoda) (Prevalence $P = 77.78\%$, Mean of Intensity $MI = 10.08 \pm 15.48$, Mean Abundance $MA = 14.27 \pm 7.48$) in the gills, *Contracaecum* sp. ($P = 23.02\%$, $MI = 20.59 \pm 80.58$, $MA = 39.12 \pm 4.47$) in the general cavity, *Procamallanus* sp. ($P = 0.79\%$, $MI = 1$, $MA = 0.01 \pm 0.09$), *Raphidascaroides* sp. ($P = 2.31\%$, $MI = 1.33 \pm 0.58$, $MA = 0.33 \pm 0.22$) and *Cuccullanus* sp. ($P = 0.79\%$, $MI = 1$, $MA = 0.01 \pm 0.09$) (Nematoda) in the intestine, Ancyrocephalinae (Monogenea) ($P = 0.79\%$, $MI = 1$, $MA = 0.01 \pm 0.09$) in the gills, *Pseudoacanthostomum panamense* ($P = 1.59\%$, $MI = 9.00 \pm 8.49$, $MA = 0.14 \pm 1.36$) in the intestine, *Clinostomum* sp. ($P = 1.59\%$, $MI = 17.50 \pm 23.33$, $MA = 0.29 \pm 3.03$) on the body surface and two unidentified metacercariae, referred as metacercariae 1 ($P = 0.79\%$; $IM = 1$, $MA = 0.01 \pm 0.09$) and metacercariae 2 ($P = 0.79\%$, $MI = 7$, $MA = 0.06 \pm 0.62$) (Digenea) both in swim bladder. *Ergasilus* sp. was the dominant species being classified as core, *Contracaecum* sp. as the satellite and the other as secondary

species. The spatial distribution of infection of *Ergasilus* sp. and *Contracaecum* sp. showed a typical pattern of aggregate distribution. The sex of the host did not influence the parasitic infections, but infection *Ergasilus* sp. a positive significant correlation between biometric and epidemiological parameters while the infection *Contracaecum* sp., the correlation occurred only with the prevalence and abundance.

Keywords: estuary fish, catfish, parasite, Sergipe, Brazil.

1.Introdução

O estudo das características da infecção por parasitas em peixes, aliado à análise da estrutura da comunidade parasitária e o uso de parâmetros ecológicos, como riqueza de espécies e medidas de diversidade, oferecem subsídios para futuros trabalhos de monitoramento e avaliação da saúde ambiental em ecossistemas aquáticos e para a ampliação do conhecimento da relação parasita-hospedeiro (Schmidt *et al.*, 2003a,b; .Luque *et al.*, 2004).

Os bagres *Sciades proops* (Valenciennes, 1840), popularmente conhecidos como “uritinga” são peixes da ordem Siluriformes, Família Ariidae, que ocorrem nas zonas litorâneas tropicais e subtropicais, em ambientes marinhos, estuarinos e em águas interiores, sendo geralmente mais abundantes em águas costeiras pouco profundas, em fundo lodoso ou arenoso (Araújo, 1988; Andreatta *et al.*, 1989). Esta espécie distribui-se desde o mar do Caribe descendo pela costa até o litoral norte da Bahia (Froese e Pauly, 2013). As regiões estuarinas e costeiras são consideradas locais de alimentação, reprodução e abrigo para estas espécies e durante o período de desova, muitas espécies de bagres marinhos normalmente deslocam-se para a desembocadura dos rios e regiões lagunares (Gurgel *et al.*, 2000). Por possuir hábito alimentar baseado principalmente em peixes e crustáceos e por habitar regiões estuarinas, onde a biodiversidade é mais abundante, *S. proops* pode atuar como hospedeiro intermediário, definitivo e paratênico de várias espécies parasitas presentes no seu habitat.

Em visto do exposto esse trabalho tem por objetivo estudar as características da infecção parasitária e a estrutura da comunidade dos metazoários parasitas presentes nos bagres *S. proops* coletados no estuário do rio Japarutuba, Sergipe, e relacionar os aspectos da infecção parasitária com os parâmetros biológicos do hospedeiro.

2.Material e Métodos

O estudo foi realizado em dois períodos: de novembro de 2010 a novembro de 2011 e de agosto de 2012 a julho de 2013. Os peixes foram adquiridos de pescadores artesanais na zona costeira e estuarina do rio Japaratuba, município de Pirambu, SE (10° 44' 16'' S e 36° 51' 23'' O), embalados, resfriados em gelo e transportados ao laboratório em caixa térmica, medidos, pesados e, em seguida, necropsiados.

Inicialmente foi realizado um exame externo da superfície corporal do hospedeiro, incluindo as nadadeiras para a pesquisa de ectoparasitas. Em seguida procedeu-se a abertura da cavidade visceral para a exposição dos órgãos e análise parasitológica (Eiras *et al.*, 2006). As espécies parasitas encontradas foram tratadas seguindo protocolos específicos para cada grupo. (Langeron, 1949; Fagerholm, 1979; Kritsky *et al.*, 1995; Tavares e Luque, 2001; Eiras *et al.*, 2006; Vianna *et al.* 2008).

Os cálculos de prevalência (P), intensidade média de infecção (IM) e abundância média (AM) foram realizados a partir das definições de Bush *et al.* (1997). Os peixes foram separados em dois grupos, parasitados e não parasitados, independentemente da espécie parasita presente e da intensidade de infecção, e foi então calculado o Fator de Condição Relativo (Le Cren, 1951) de cada grupo para análise da influência do parasitismo no desenvolvimento dos peixes.

A frequência de dominância, dominância compartilhada e dominância relativa média foi calculada de acordo com Rohde *et al.* (1995) e analisada segundo Bush e Holmes (1986). O padrão de distribuição espacial das infecções parasitárias foi verificado calculando-se o índice de agregação (k) de acordo com Ludwig e Reynolds (1988), assim como foi calculado o índice de diversidade de Simpson das espécies parasitas analisadas (Ludwig e Reynolds, 1988; Magurran, 1988) e os coeficientes de associação de Jaccard, Dice e Ochiai (Janson e Vegelius, 1981; Poulin e Valtonen, 2001).

As análises estatísticas envolvendo os índices epidemiológicos foram realizadas utilizando-se apenas as espécies parasitas que apresentaram a prevalência acima de 10%, com exceção da análise do Fator de Condição Relativo, onde foi utilizada a prevalência total independente da espécie parasita. Foi realizado o teste T de Student para a comparação das médias dos Kn dos grupos parasitados e não parasitados. Para testar a influência do sexo na prevalência foi realizado o teste do qui quadrado com correção de Yates e tabela de contingência 2x2, enquanto que para influência do sexo na intensidade de infecção e abundância média utilizou-se o teste de Mann-Withney de comparação de médias. Para testar a influência do peso e do comprimento total na

prevalência foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson, enquanto que para verificar a correlação entre o peso, o comprimento total, a intensidade de infecção e a abundância média foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman. Quando necessário foi aplicada a transformação dos dados utilizando-se $\log(n+1)$ e as análises estatísticas foram realizadas considerando-se o intervalo de confiança igual a 5%.

3.Resultados

Um total de 126 peixes com comprimento total médio de 27,40 cm $\pm$ 4,98 (variando de 16,5 a 40,5) e peso médio de 179,03 g $\pm$ 103,06 (variando de 30,4 a 563,0), sendo 42 fêmeas e 84 machos, foram examinados, dos quais 61,11% estavam parasitados por uma espécie de metazoários parasita, 19,84% por duas e 3,17% por três espécies, integralizando 84,13% de prevalência total. Foram coletados 1653 espécimes de parasitas (1013 adultos e 640 larvas) pertencentes a 10 espécies: *Ergasilus* (Copepoda), *Contracaecum* sp., *Procamallanus* sp., *Raphidascaroides* sp. e *Cuccullanus* sp. (Nematoda), Ancyrocephalinae (Monogenea), *Pseudoacanthostomum panamense*, *Clinostomum* sp. e duas metacercárias não identificadas, denominadas como metacercária 1 e metacercária 2 (Digenea). Os índices epidemiológicos e os sítios de infecção estão relacionados na tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros epidemiológicos da infecção por metazoários parasitas de *Sciades proops* coletados no estuário do Rio Japaratuba, SE, Brasil.

	Prevalência	Intervalo	Intensidade Média ($\pm$ dp)	Abundância Média ($\pm$ dp)	Sítio de Infecção
<i>Ergasilus</i> sp.	77,78%	1 – 101	10,08 ($\pm$ 15,48)	7,84 ($\pm$ 14,27)	Brânquias
<i>Contracaecum</i> sp.	23,02%	1 – 437	20,59 ($\pm$ 80,58)	4,74 ($\pm$ 39,12)	Cavidade visceral
<i>Procamallanus</i> sp.	0,79%	NA	1	0,01 ($\pm$ 0,09)	Intestino
<i>Raphidascaroides</i> sp.	2,31%	1 – 2	1,33 ($\pm$ 0,58)	0,03 ($\pm$ 0,22)	Intestino
<i>Cuccullanus</i> sp.	0,79%	NA	1	0,01 ($\pm$ 0,09)	Estômago
Ancyrocephalinae	0,79%	NA	1	0,01 ($\pm$ 0,09)	Brânquias
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i>	1,59%	3 – 15	9,00 ($\pm$ 8,49)	0,14 ($\pm$ 1,36)	Intestino
<i>Clinostomum</i> sp	1,59%	1 – 34	17,50 ($\pm$ 23,33)	0,29 ($\pm$ 3,03)	Superfície do corpo
Metacercária 1	0,79%	NA	1	0,01 ($\pm$ 0,09)	Bexiga natatória
Metacercária 2	0,79%	NA	7	0,06 ($\pm$ 0,62)	Bexiga natatória

dp – desvio padrão NA – não se aplica

Não foi encontrada diferença significativa entre a média do Kn dos espécimes parasitados ($KnP=0,94\pm0,21$) e dos não parasitados ($KnNP=1,00\pm0,38$) ($p=0,32$).

A prevalência total dos hospedeiros machos (47,62%) em relação às fêmeas (30,15%) apresentou diferença estatisticamente significativa (Tabela 2).

Tabela 2 – Influência do sexo na prevalência, intensidade e abundância da infecção parasitária em *Sciades proops* do estuário do rio Japaratuba, SE. (X^2) Teste do qui quadrado com correção de Yates; (U) Teste de Mann-Withney.

	Prevalência		Intensidade de Infecção		Abundância	
	X^2	p	U	p	U	p
<i>Ergasilus</i> sp.	4,83	0,03	1109,5	0,83	1458,5	0,11
<i>Contracaecum</i> sp.	0,95	0,33	68,0	0,65	1593,0	0,38

Na infecção por *Ergasilus* sp. o peso apresentou correlação positiva e significativa com a intensidade de infecção e com a abundância média, enquanto que o comprimento total correlacionou positiva e significativa com todos os parâmetros epidemiológicos. Na infecção por *Contracaecum* sp. apenas a prevalência e a abundância apresentaram correlação positiva e significativa com o peso e comprimento total do pescado (Tabela 3).

Tabela 3 – Influência do peso e do comprimento total (CT) na prevalência, intensidade e abundância da infecção por *Ergasilus* sp. e *Contracaecum* sp. em *Sciadesproops* do estuário do rio Japaratuba, SE. (r) coeficiente de correlação de Pearson; (rs) coeficiente de correlação de Spearman.

		Prevalência		Intensidade de Infecção		Abundância	
		r	p	rs	p	rs	p
<i>Ergasilus</i> sp.	Peso	0,1474	0,10	0,3590	<0,01	0,3216	<0,01
	CT	0,1976	0,03	0,4005	<0,01	0,3674	<0,01
<i>Contracaecum</i> sp.	Peso	0,3784	<0,01	- 0,0451	0,82	0,3575	<0,01
	CT	0,4058	<0,01	0,0369	0,85	0,4041	<0,01

De acordo com os resultados obtidos o copépodo *Ergasilus* sp. foi considerada a espécie dominante por apresentar maior frequência de casos onde sua intensidade foi maior do que as das outras espécies, seguida de *Contracaecum* sp (Tabela 4). Ambas as espécies apresentaram padrão de distribuição espacial agregado, isto é, maior

concentração de parasitas em poucos hospedeiros infectados (*Ergasilus* sp. $k=0,31$; *Contracaecum* sp. $k=0,01$ – Figura 1), demonstrado também pelo índice de diversidade de Simpson (0,49).

Tabela 4 - Análise de dominância dos metazoários parasitas de *Sciades proops* do estuário do rio Japaratuba, SE. (dp – desvio padrão).

	Frequência de Dominância	Dominância Compartilhada	Dominância Relativa Média ($\pm$ dp)
<i>Ergasilus</i> sp.	89	1	7,38 $\pm$ 14,35
<i>Contracaecum</i> sp.	11	1	4,21 $\pm$ 39,13
<i>Pseudoacanthostomum panamense</i>	1	-	0,11 $\pm$ 1,33
<i>Clinostomum</i> sp.	2	-	0,27 $\pm$ 3,02
Metacercária 1	1	-	0,05 $\pm$ 0,62

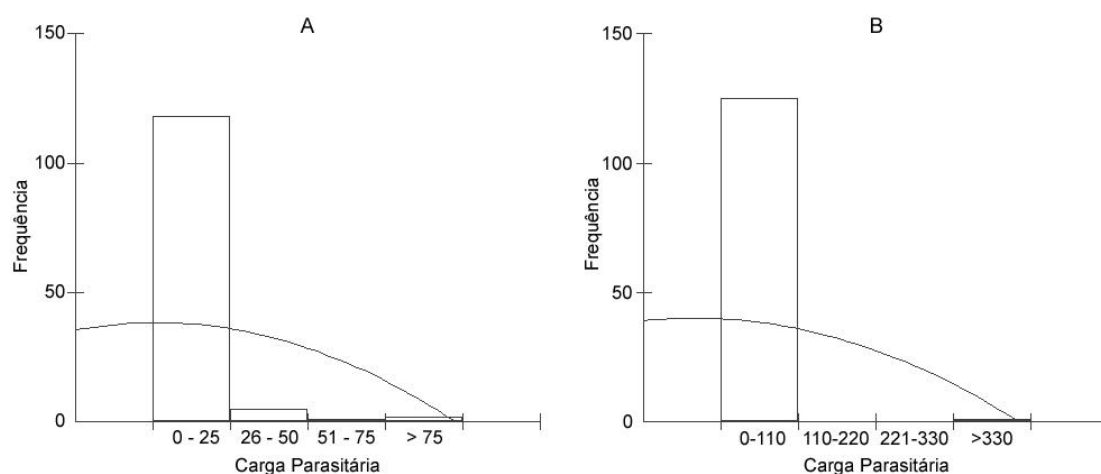


Figura 1 - Distribuição espacial do parasitismo por *Ergasilus* sp. (A) e *Contracaecum* sp. (B) em *Sciades proops* no estuário do Rio Japaratuba, SE.

Todos os coeficientes de associação calculados apresentaram baixa associação entre os pares de parasitas encontrados, denotando independência de interação entre as infecções parasitárias (Figura 2).

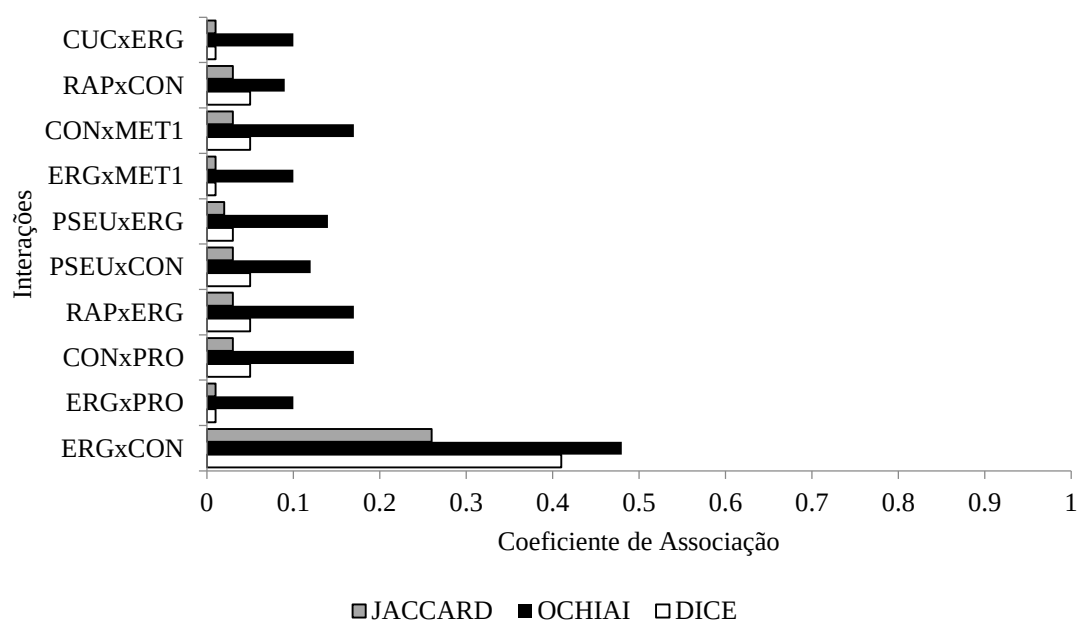


Figura 2 – Coeficientes de Associação entre pares de espécies parasitas de *Sciades proops* do estuário do rio Japarutuba, SE. (ERG - *Ergasilus* sp., CON - *Contracaecum* sp., PRO - *Procamallanus* sp., RAP - *Raphidascaroides* sp, CUC - *Cuccullanus* sp., PSEU - *Pseudoacanthostomum panamense*, MET1 - metacercária 1).

4. Discussão

Vários fatores podem influenciar a composição da fauna parasitária dos peixes, como a alimentação e o sexo do hospedeiro, parâmetros físicos e químicos da água, densidade de estocagem dos peixes, no caso de pisciculturas, entre outros (Pavanelli *et al.*, 2002; Madi e Ueta, 2012). Dentre eles, o hábito alimentar do hospedeiro certamente é um dos fatores mais influentes no processo de formação da fauna parasitária (Bell e Burt, 1991). Espécies piscívoras tendem a uma maior quantidade de espécies parasitas, uma vez que se alimentam de outros peixes já parasitados, além de outros animais que atuam como hospedeiros intermediários de vários grupos de parasitas (Reid, 1983).

Tavares e Luque (2004) ao estudar a estrutura da fauna parasitária do bagre branco *Netuma barba* (Ariidae), um peixe demersal que ocorre em ambientes marinhos e estuarinos e procura a embocadura dos rios e regiões lagunares na época da desova, obtiveram como resultado que Copepoda foi o táxon mais abundante, representando 37,5% do total de parasitos coletados. De modo semelhante, em *S. proops* a prevalência desse mesmo táxon foi 77,8%, além do fato de que em *N. barba* foram encontradas seis espécies de copépodos e em *S. proops*, apenas o gênero *Ergasilus* sp. Tavares e Luque

(op.cit.) apontam ainda os copépodos como os principais componentes da comunidade parasitária de *N. barba*, e pelos resultados obtidos nesse trabalho, *Ergasilus* sp apresentou maior prevalência. Entretanto, em *N. barba* a amostra continha apenas espécimes adultos, diferentemente das amostras de *S. proops* que continham tanto espécimes jovens quanto adultos. Estes autores acreditam que uma amostra só de indivíduos adultos pode influenciar na maior abundância e prevalência destes ectoparasitos em relação aos demais endoparasitos. Uma vez que, conforme Araújo *et al.* (1998), os espécimes adultos de bagres marinhos durante a época de incubação após a desova, pouco se alimentam por um período que pode se estender por até três meses, e exibem fatores de condição mais baixos, podendo indicar deficiências em relação ao bem estar fisiológico. Tal fator pode ter colaborado para uma menor exposição dos espécimes da amostra de *S. proops* aos prováveis hospedeiros intermediários dos digenéticos e nematódeos. Em ectoparasitas de ciclo de vida direto, a relação com o tamanho dos hospedeiros pode ser influenciada pelo grau de especialização dos órgãos de fixação dos parasitas e pela disponibilidade das formas infectantes à determinadas faixas da população de hospedeiros (Poulin, 2000).

Torres *et al.* (2000) citaram que as variações nos parâmetros de infecção por espécies de anisaquídeos nos peixes, em parte, estão relacionadas com a presença de hospedeiros definitivos, fatores ambientais como a temperatura que influencia sobre o desenvolvimento dos ovos desses parasitos, as populações de crustáceos que servem de hospedeiros intermediários ou paratênicos, assim como, a idade, tamanho e alimentação dos peixes. Madi e Silva (2005) estudando a infecção por larvas de *Contracaecum* em bagres *Rhamdia quelen*, constataram que peixes abaixo de 20 cm não apresentavam larvas do parasita enquanto que peixes acima desta dimensão se apresentavam positivos, fato que os autores atribuíram à alteração na qualidade da dieta.

Em vista dos resultados obtidos para o fator de condição relativo de *S. proops* pode-se concluir que as infecções parasitárias encontradas não influenciam no estado geral de saúde do pescado.

Segundo Esch *et al.* (1988), o sexo dos hospedeiros seria um fator determinante e influente sobre as parasitoses de peixes. Fernandez (1985) explica que isso pode ocorrer devido às diferenças existentes na composição das dietas entre machos e fêmeas, nos comportamentos e nas resistências fisiológicas. Porém, os dados obtidos por Dias *et al.* (2004) e Ferreira (2008) mostraram que machos e fêmeas não apresentaram diferenças significativas com relação às intensidades e às frequências de

parasitismo, discordando com os resultados obtidos no presente estudo. Ferreira (2008) acredita que machos e fêmeas tenham os mesmos comportamentos em relação ao hábito alimentar e ao habitat e, com isso, tenham as mesmas possibilidades de infecção. Contudo, ao estudar os aspectos ecológicos e avaliar a biodiversidade parasitária do bagre *S. proops*, percebeu-se que os machos dessa espécie demonstraram cuidado parental, atuando como portadores externos, carregando formas juvenis da prole na boca, passando mais tempo na região estuarina, local em que ocorreram as coletas, enquanto que as fêmeas, após a fecundação, voltam para a região marinha.

No trabalho de Tavares e Luque (2004) em *N. barba* nenhuma das espécies parasitas demonstrou influência do sexo do hospedeiro sobre a abundância e prevalência parasitária. Quanto à abundância, os resultados se assemelharam com o do presente trabalho, porém diferenciaram em relação à prevalência total (considerando todas as espécies de parasitas), que neste trabalho apresentou diferença significativa entre os espécimes machos (47,62%) e as fêmeas (30,15%).

O peso e o comprimento total influenciaram na prevalência, intensidade de infecção e abundância de *Ergasilus* sp. em *S. proops*. Dias *et al.* (2004) sugerem que a maior intensidade de parasitismo nos espécimes maiores seja explicada pelo acúmulo progressivo de parasitos com o passar do tempo, no entanto por se tratar de um ectoparasita a correlação observada entre os parâmetros morfométricos e os ecológicos pode estar relacionada à fatores ambientais como quantidade de matéria orgânica presentes na água ou materiais sólidos em suspensão (Madi e Ueta, 2009). Entretanto para *Contracaecum* sp. o peso e o comprimento influenciaram apenas na prevalência e abundância. Segundo Tavares e Luque (2004) não foram observadas correlações entre o comprimento total do hospedeiro e a frequência parasitária de nematódeos, discordando dos resultados do presente trabalho. Koya e Mohandas (1982) observaram que a frequência de nematódeos entre peixes jovens é maior embora a intensidade parasitária seja mais elevada entre os peixes mais velhos, discordando dos resultados do presente estudo, no qual os peixes maiores apresentaram correlação negativa com a intensidade de infecção. Segundo Cordeiro e Luque (2005), poucas espécies de helmintos sofreram influência do comprimento total do hospedeiro e quase nenhuma influência sobre a carga parasitária. Segundo Polyanski (1961), as correlações negativas podem ser originadas por segregação temporal de um determinado item alimentar.

Sasal *et al.* (1999) observaram que peixes grandes podem se alimentar mais e, desta forma, aumentam a probabilidade de ingerir mais hospedeiros intermediários. O

comprimento é um parâmetro indicativo da carga parasitária esperada e Dogiel (1964) assinala que uma variedade de fatores pode determinar ou influenciar a fauna parasitária de muitas espécies ou grupos de hospedeiros: idade, sexo, tamanho, tipo de alimento, modo de vida. Além dos fatores biológicos a distribuição geográfica e sazonal da população do hospedeiro em tempo e espaço pode ser considerada fatores influentes na intensidade da infecção (Timi e Poulin, 2003; Vidal-Martinez e Poulin, 2003). Freeman (1964) encontrou que, em geral, peixes mais jovens foram mais infectados do que os mais velhos, confirmando os resultados para a infecção por larvas de *Contracaecum* no presente trabalho. O comprimento do peixe pode ser considerado um reflexo da sua idade, constituindo um dos fatores mais influentes na variação das infrapopulações parasitárias e na acumulação de parasitas ao longo de sua vida (Alves e Luque, 2001).

Lopes (2009) ao estudar a estrutura da comunidade parasitária de *Pseudoplatystoma tigrinum* obteve em seus resultados relação de dominância entre o peixe hospedeiro e as larvas de nematódeos, e explicou tal resultado pelo fato de um único hospedeiro ter apresentado elevada intensidade de larvas encontradas no mesentério. Em *S. proops* também foi encontrada quantidade elevada de *Contracaecum* no mesentério (497) em um único espécime, entretanto não houve relação de dominância entre esse parasita e os demais. Este fato corrobora a hipótese de que muitos hospedeiros abrigam poucos parasitas e poucos hospedeiros abrigam um grande número de parasitas (Anderson e Gordon, 1982). Todos os parasitas de *N. barba*, encontrados por Tavares e Luque (2004) apresentaram o típico padrão agregado de distribuição, da mesma maneira que em *S. proops*, no qual a distribuição espacial dos parasitas *Ergasilus sp.* e *Contracaecum sp.* se apresentou agregada também.

Uma das características mais comuns em infestações de hospedeiros invertebrados e vertebrados por parasitas é a tendência desses últimos apresentarem-se distribuídos de maneira agregada nos seus hospedeiros (Von Zuben, 1997). A maioria dos hospedeiros tende a abrigar poucos parasitas, enquanto que poucos hospedeiros abrigam a maior parte da população de parasitas (Poulin, 1993). São nesses poucos hospedeiros com muitos parasitas que processos dependentes da densidade exercem sua influência, como por exemplo, a supressão da fecundidade ou sobrevivência do parasita (Anderson e Gordon, 1982). As espécies de parasitas *Ergasilus sp.* e *Contracaecum sp.* encontradas nos hospedeiros estudados seguem o padrão de distribuição agregada ($k=0,31$ e $k=0,01$ respectivamente). O modelo de dispersão agregada pode ser originado (1) da heterogeneidade do comportamento do hospedeiro; (2) por modelos de agregação

espacial na distribuição em estágios infectantes e; (3) por diferenças de susceptibilidade e capacidade de reação imunológica dos hospedeiros (Anderson e Gordon, 1982; Von Zuben, 1997).

Espécies centrais e espécies satélites são previsões da hipótese sobre os mecanismos que influenciam a distribuição das espécies dentro de uma região. Algumas espécies tendem a colonizar muitas manchas e são encontradas em números elevados dentro das mesmas. Essas espécies regionalmente comuns e localmente abundantes são chamadas espécies centrais. Existem outras espécies que tendem a colonizar poucas manchas e são encontradas em baixo número. Essas espécies regionalmente incomuns e localmente raras são chamadas de espécies satélite (Bush e Holmes, 1986).

As espécies mais prevalentes ocupam posições centrais e secundárias dentro da comunidade, sendo portanto, mais amplamente distribuídas, possuindo um alto poder de dispersão (Kennedy, 2001). O copépodo *Ergasilus* ocupou posição central dentro da infracomunidade de parasitas de *S. proops*, enquanto que as larvas de *Contracaecum* se comportaram como espécie satélite e as demais espécies parasitas como espécies secundárias. Geralmente as espécies ectoparasitas ocupam a posição de espécies satélites nos hospedeiros devido ao fato de viverem especialmente na superfície externa do corpo e poderem ser perdidos durante o manuseio e transporte dos peixes.

Acredita-se que as espécies satélites possuam uma baixa taxa de transmissão e tenham um potencial colonizador menor diante de seus hospedeiros, o que pode estar relacionado a uma menor disponibilidade de hospedeiros intermediários e formas infectantes (Souza, 1994).

Rohde *et al.* (1995) denomina comunidade não saturada aquela em que a abundância, a prevalência e a riqueza de espécies podem apresentar grandes variações, os nichos vagos são comuns e alguns parasitas podem formar agrupamentos desordenados determinados pelos diferentes graus de exposição à infecção, padrão característico das principais infecções encontradas em *S. proops* deste trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem à CAPES - PROCAD NF 2009 pelo auxílio financeiro, à Universidade Tiradentes pela bolsa de estudo PROCAPS Tipo II para Renata P. S. Carvalho, à Lumara S. A. Bonfim e Carolina Roza pelo apoio técnico.

Referências

- ALVES, RA. e LUQUE, JL., 2001. Aspectos quantitativos das infrapopulações de metazoários parasitos de *Micropogonias furnieri* (Osteichthyes: Scianidae) do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Parasitologia al dia*, vol. 25, no. 1-2, p. 30-35.
- ANDERSON, RM. e GORDON, DM., 1982. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, vol. 85, p. 373-398.
- ANDREATA, JV., BARBIERI, LR., SEBILIA, ASB., SILVA, MHC. e SANTOS, RP., 1989. A list of Marapendi lagoon fishes, Rio de Janeiro, Brazil. *Atlântica*, vol. 11. p. 5-17.
- ARAÚJO, FG., 1988. Abundância relativa, distribuição e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes: Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Revista Brasileira de Zoologia*, vol.5, p. 509-543.
- BELL, G. e BURT, A., 1991. The comparative biology of parasite species diversity: internal helminths of freshwater fish. *The Journal of Animal Ecology*, vol. 60, no. 3, p. 1047-1064.
- BUSH, AO. e HOLMES, JC., 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 64, p. 142-152.
- BUSH, AO., LAFFERTY, DK., LOTZ, JM. e SHOSTAK, AW., 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *The Journal of Parasitology*, vol. 83, no. 4, p. 575-583.
- CORDEIRO, AS. e LUQUE, JL., 2005. Metazoários parasitos do coió *Dactylopterus volitans* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Dactylopteridae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, vol. 27, no. 2, p. 119-123.
- DIAS, PG., FURUYA, WM., PAVANELLI, GC., MACHADO, MH. e TAKEMOTO, RM., 2004. Carga parasitária de *Rondonia rondoni* Travassos, 1920 (Nematoda, Atractidae) e fator de condição do armado, *Pterodoras granulosos* Valenciennes, 1883 (Pisces, Doradidae). *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, vol. 26, no. 2, p. 151-156.
- DOGIEL, VA., 1964. *General Parasitology*. London: Edinburgh, 516 p.
- EIRAS, JC., TAKEMOTO, RM. e PAVANELLI, GC., 2006. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. 2nd Ed., Maringá: Editora UEM, 170 p.
- ESCH, GW., KENNEDY, CR., BUSH, AO. e AHO, JM., 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain alternative strategies for colonization. *Parasitology*, vol. 96, p. 519-532.

- FAGERHOLM, HP., 1979. Nematode length and preservatives, with a method for determining the length of live specimens. *The Journal of Parasitology*, vol. 65, p. 334-335.
- FERNANDEZ, BJ., 1985. Estudio parasitológico de *Merluccius australis* (Hutton, 1982) (Pisces: Merlucciidae): Aspectos sistemáticos, estadísticos y zoogeográficos. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción*, vol. 56, p. 31-41.
- FERREIRA, MF., 2008. Frequência de cestóides e nematóides em cinco espécies de peixes teleósteos e sua importância higiênico-sanitário. Niterói: Universidade Federal Fluminense. 78 p. Tese de Doutorado em Medicina Veterinária.
- FREEMAN, RS., 1964. Flatworm problems in fish. *Canadian Fish Culturist*, vol. 32, p. 11-18.
- FROESE, R. e PAULY, D., 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication, <http://www.fishbase.org/>. Accessed 08/2013.
- GURGEL, HCB., ALBURQUEQUE, CQ., SOUZA, DSL. e BARBIERI, G., 2000. Aspectos da biologia pesqueira em fêmeas de *Cathorops spixii* do estuário do rio Potengi, Natal/RN, com ênfase nos índices biométricos. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*, vol. 22, p. 503-505.
- JANSON, S. e VEGELIUS, J., 1981. Measures of ecological association. *Oecologia*, vol. 49, p. 371-376.
- KENNEDY, CR., 2001. Metapopulation and community dynamics of helminth parasites of eels *Anguilla anguilla* in the River Exe system. *Parasitology*, vol. 122, p. 689-698.
- KOYA, MSSI. e MOHANDAS, A., 1982. Helminth parasites of marine fishes of Cochin. *Indian Journal of Parasitology*, vol. 6, no. 1, p. 103-105.
- KRITSKY, DC., BOERGER, WA. e POPAZOGLO, F., 1995. Neotropical Monogenoidea. 22. Variation in *Scleroductus* species (Gyrodactylidae, Gyrodactylidae) from Siluriform fishes of southeastern Brazil. *Journal of the Helminthological Society of Washington*, vol. 62, p. 53-56.
- LANGERON, M., 1949. Précis de microscopie. 3 Vols. Paris: Brodard & Taupin, 1430 p.
- LE CREN, ED., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, vol. 20, p. 201-219.

- LOPES, LPC.; VARELLA, AMB.; MALTA, JCO., 2009. Metazoan parasites of *Pseudoplatystoma punctifer* (Linnaeus, 1766) and *Pseudoplatystoma tigrinum* (Spix & Agassiz, 1829) (Siluriformes: Pimelodidae) of the Central Amazon Basin, Brazil. *Biologia Geral e Experimental*, v. 09, p. 03-15.
- LUDWIG, JA. e REYNOLD, JF., 1998. Statistical ecology: a primer on methods and computing. New York: John Wiley & Sons Inc, 316 p.
- LUQUE, JL.; MOUILLOT, D. e POULIN, R., 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*, vol. 128, p. 671–682.
- MADI, RR. e SILVA, MSR., 2005. *Contracaecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Zoociências*, vol. 7, no. 1, p. 15-24.
- MADI, RR. e UETA, MT., 2009. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea; Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces; Cichlidae), como indicador ambiental. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, vol. 18, no. 2, p. 38-41.
- MADI, RR. e UETA, MT., 2012. Parasitas de peixes como indicadores ambientais. In: Silva-Souza, AT., Lizama, MAP. e Takemoto, RM. (Eds). *Patologia e sanidade de organismos aquáticos*. Maringá: Ed. Massoni, p. 33-58
- MAGURRAN, AE., 1998. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton Univ. Press, 179 p.
- PAVANELLI, GC., EIRAS, JC. e TAKEMOTO, RM., 2002. Doenças de peixes, diagnóstico, profilaxia e tratamento. Maringá: Editora UEM, 305 p.
- POLYANSKI, YI., 1961. Ecology of parasites of marine fishes. In: Dogiel, VA., Petrushevski, GK. e Polyanski, YI. (Eds). *Parasitology of fishes*. London: Oliver and Boyd. p. 48-83.
- POULIN, R., 1993. The disparity between observed and uniform distributions: a new look at parasite aggregation. *International Journal for Parasitology*, vol. 22, p. 937-944.
- POULIN, R., 2000. Variation in the intraspecific relationship between fish length and intensity of parasitic infection: biological and statistical causes. *Journal of Fish Biology*, vol. 56, p. 123–137.
- POULIN, R. e VALTONEN, ET., 2001. Interspecific association among larval helminths in fish. *International Journal for Parasitology*, vol. 31, p. 1589-1596.

- REID, S., 1983. La biología de los bagres rayados *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. tigrinum* em la cuenca del rio Apure, Venezuela. Revista Unelvez de Ciência y Tecnologia, vol. 1, p. 13-41.
- ROHDE, K., HAYWARD, C. e HEAP, M., 1995. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. International Journal for Parasitology. vol. 25, p. 945-970.
- SASAL, P., NIQUIL, N. e BARTOLI, P., 1999. Community structure of digenean parasites of sparid and labrid fishes of the Mediterranean sea: a new approach. Parasitology, vol.119, p. 635- 648,.
- SCHMIDT, V., ZANDER, S., KÖRTING, W. e STEINHAGEN, D., 2003a. Parasites of the flounder *Platichthys flesus* (L.) from the German Bight, North Sea, and their potential use in ecosystem monitoring. A. Infection characteristics of potential indicator species. Helgoland Marine Research, vol. 57, p. 236-251.
- SCHMIDT, V., ZANDER, S., KÖRTING, W. e STEINHAGEN, D. 2003b. Parasites of the flounder *Platichthysflesus* (L.) from the German Bight, North Sea, and their potential use in ecosystem monitoring. B. Community structure and fish parasite biodiversity. Helgoland Marine Research, vol. 57, p. 252-261.
- SOUZA, WP., 1994. Patterns and processes in communities of helminth parasites. Tree, vol. 9, no. 2, p. 52-57.
- TAVARES, LER. e LUQUE, JL., 2001. Aspectos quantitativos das infrapopulações de *Caligus praetextus* Bere, 1936 (Copepoda, Caligidae) parasitos do robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (Osteichthyes, Centropomidae) no litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Brasileira de Zoociências, vol. 3, p. 253-258.
- TAVARES, LER. e LUQUE, JL., 2004. Community ecology of the metazoan parasites of white sea catfish, *Netuma barba* (Osteichthyes: Ariidae), from the coastal zone of the State of Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Biology, vol. 64, no. 1, p. 169-176.
- TIMI, JT. e POULIN, R., 2003. Parasite community structure within and across host populations of a marine pelagic fish: how repeatable is it? International Journal for Parasitology, vol. 33, p. 1353–1362.
- TORRES, P., MOYA, R. e LAMILLA, J., 2000. Nematodos anisakidos de interés en salud pública en peces comercializados en Valdivia, Chile. Archivos de Medicina Veterinaria, vol. 32, p. 107 –111.
- VIANNA, RT., BOEGER, WA. e SILVA-SOUZA, AT., 2008. Neotropical Monogenoidea. 52. *Diechodactylus joaberi* n. g., n. sp. from the banded knifefish

Gymnotus carapo (Gymnotiformes: Gymnotidae) in southeastern Brazil. Systematic Parasitology, vol. 69, p. 45–50.

VIDAL-MARTINEZ, VM. e POULIN, R., 2003. Spatial and temporal repeatability in parasite community structure of tropical fish hosts. Parasitology, vol. 127, p. 387–398.

VON ZUBEN, CJ., 1997. Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. Revista de Saúde Pública, vol. 31, no. 5, p. 523-530.

6. ARTIGO 2

ANÁLISE DE CONTAMINAÇÃO POR METAZOÁRIOS PARASITAS E POR ELEMENTOS TRAÇO EM *Sciades proops* DO ESTUÁRIO DO RIO JAPARATUBA, SE

Renata P. S. Carvalho¹; Angélica Baganha Ferreira ²; José do Patrocínio Hora Alves²,
Verónica de Lourdes Sierpe Jeraldo³; Cláudia Moura de Melo³; Maria Nogueira
Marques⁴ e Rubens Riscala Madi⁵

¹Programa de Pós-graduação em Saúde e Ambiente - Universidade Tiradentes, Av.
Murilo Dantas,300, Farolândia, Aracaju, Sergipe, Brasil.

²Laboratório de Análise Foliar, Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de
Sergipe, Rua Campo do Brito, 371, Aracaju, Sergipe, Brasil

³Laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias, Instituto de Tecnologia e
Pesquisa, Av. Murilo Dantas,300, Farolândia, Aracaju, Sergipe, Brasil.

⁴Laboratório de Estudos Ambientais, Instituto de Tecnologia e Pesquisa, Av. Murilo
Dantas,300, Farolândia, Aracaju, Sergipe, Brasil.

⁵Laboratório de Biologia Tropical, Instituto de Tecnologia e Pesquisa, Av. Murilo
Dantas,300, Farolândia, Aracaju, Sergipe, Brasil.

RESUMO

Sciades proops (Siluriforme, Ariidae) comumente denominado de "uritinga", habita o fundo dos estuários de águas rasas enlameadas e lagoas salobras, ocorrendo também em águas doces. Por possuir esse hábito, acredita-se que pode concentrar maior quantidade de elementos traço, já que, está em maior contato com o substrato do que outros peixes. Os elementos-traço se caracterizam pela capacidade de acumular-se nos componentes do ambiente como solo e sedimentos, onde manifestam sua toxicidade, pelo fato de não serem degradáveis. O objetivo deste trabalho foi relacionar a presença de metazoários parasitas com a contaminação por elementos traço em *S. proops* coletados no estuário do rio Japaratuba, SE. O estudo foi realizado de agosto de 2012 a julho de 2013 e 86 espécimes foram examinados seguindo os protocolos específicos para a espécie parasita. Foram extraídas de cada peixe amostras de 0,5 g de musculatura, levadas à secagem em estufa a 60°C e maceradas em cadinho. As amostras foram analisadas por meio de ensaio multielementar

utilizando a técnica de análise por espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão de energia (EDXRF) para quantificação dos elementos As, Ca, Cd, Cl, Cu, Fe, Hg, I, K, Mg, Mn, Na, Se e Zn. Não houve correlação entre a variação sazonal da frequência dos parasitas e a variação da contaminação pelos elementos traço. As análises dos elementos arsênio (As) e selênio (Se) apresentaram valores médios de 12.499 mg/kg e 1.351 mg/kg em peso seco, respectivamente, estando acima do limite máximo permitido pela legislação.

PALAVRAS CHAVE: bagre, poluente, parasitologia, estuário, espécies químicas, Brasil.

ABSTRACT

Sciades proops (Siluriforme, Ariidae) commonly known as "uritinga" inhabits muddy bottoms of shallow waters of estuaries and brackish lagoons, also occurring in freshwaters. Due to this habit, which can concentrate a larger amount of trace element is believed that, since it is in contact with the substrate larger than other fish. The trace elements are characterized by the ability to accumulate the components of the environment such as soil and sediment, which manifest their toxicity by not being degradáveis. The aim of this work was to relate the presence of metazoan parasites with contamination by trace elements in *S. proops* collected in the estuary of the river Japaratuba, SE. The study was conducted from August 2012 to July 2013 and 86 specimens were examined according specific protocols for the specie parasite. Samples of 0.5 g of muscles, taken to dryness in an oven at 60 ° C and macerated in each crucible was extracted from fish. The samples were analyzed by using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDXRF) to quantify the As, Ca, Cd, Cl, Cu, Fe, Hg, I, K, Mg, Mn, Na, Se and Zn elements. There was no correlation between the seasonal variation in the frequency of parasites and the variation of contamination by trace elements. The analyzes of the elements arsenic (As) and selenium (Se) presented average values of 12,499 mg / kg and 1,351 mg / kg dry weight, respectively, which is above the maximum allowed by law.

KEY WORDS: catfish, pollutant, parasitology, estuarine region, chemical species, Brazil.

INTRODUÇÃO

Elemento traço é a denominação utilizada para metais catiônicos e oxiânions presentes em baixas concentrações, usualmente $<1 \text{ g.kg}^{-1}$, (ESTEVES, 1998; KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001).

Os elementos traço são divididos de acordo com sua influência, podendo ou não ter significado nutricional importante para o organismo. São classificados como essenciais: I, Zn, Se, Cu, Mn, Mo, Fe, Cr, pois mesmo em baixas concentrações desempenham papel importante no metabolismo; os não essenciais: Si, Ni, B, V são aqueles que não tem função biológica definida e os tóxicos, Pb, Cd, Hg, As, Al, Li, Sn não são essenciais aos seres vivos biologicamente e são considerados muito tóxicos quando estão presentes no meio ambiente, mesmo em baixas concentrações, porque tem potencial acumulativo nos organismos dos homens e dos animais (OMS, 1998; CUNHA & MACHADO, 2004). Quando em grandes concentrações, os elementos essenciais também podem causar toxicidade aos organismos vegetais e animais. (ESTEVES, 1998).

Os elementos traço se caracterizam pela capacidade de acumular-se nos componentes do ambiente onde manifestam sua toxicidade, pelo fato de não serem degradáveis. Os solos e sedimentos são os locais de fixação final dos elementos-traço (BAIRD, 2002).

Sciades proops, conhecido popularmente como "uritinga", habita principalmente a porção do fundo dos estuários de águas rasas enlameadas e lagoas salobras, ocorrendo também em águas doces. Por possuir esse hábito, acredita-se que pode concentrar maior quantidade de elementos traço, já que, está em maior contato com o substrato do que outros peixes (KHAN, 1991). Sua dieta baseia-se em peixes e crustáceos, apresenta dois ciclos anuais de crescimento ea reprodução ocorre de novembro a abril (FROESE & PAULY, 2013).

O acúmulo desses elementos no peixe ocorre por meio da absorção pela superfície do corpo, brânquias e alimentação. Alguns fatores como tamanho, hábito alimentar, peso, idade, o comprimento e o tipo da espécie estão relacionados com a capacidade de acumulação. É evidente a bioacumulação de elementos traço em peixes, mesmo quando estes contaminantes se encontram na água em baixas concentrações (MACHADO *et al*, 2002).

O objetivo deste trabalho foi relacionar a presença de metazoários parasitas com a contaminação por elementos traço em *S. proops* coletados no estuário do rio Japaratuba, SE.

MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes foram adquiridos mensalmente de pescadores artesanais na zona costeira e estuarina do rio Japaratuba, município de Pirambu, SE (10° 44' 16" S e 36° 51' 23" O) entre agosto de 2012 e julho de 2013, os quais foram resfriados em gelo e transportados ao laboratório em caixa térmica, medidos, pesados, fotografados e, em seguida, necropsiados. Em seguida procedeu-se a abertura da cavidade visceral para a exposição dos órgãos para análise parasitológica (EIRAS *et al.*, 2006). Os arcos branquiais foram individualizados em placas de Petri e levados ao estereoscópio para análise. Os copépodos encontrados foram preservados em álcool 70% e posteriormente diafanizados em ácido láctico 85% para identificação (TAVARES & LUQUE, 2001). Os cálculos de prevalência (P), intensidade média de infecção (IM) e abundância média (AM) foram realizados a partir das definições apresentadas por BUSH *et al.* (1997).

Para a quantificação de elementos traço, foram utilizadas amostras de 0,5g da musculatura de cada pescado, baseando a análise nas partes comestíveis do mesmo, a fim de verificar a presença de elementos acima dos limites de tolerância estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 1965). Todos os instrumentos para necropsia dos peixes e para a filetagem das amostras musculares foram cuidadosamente esterilizados a fim de se evitar contaminação.

As amostras de musculatura extraídas do peixe foram acondicionadas em recipientes estéreis, identificadas e levadas ao freezer a -20°C. Posteriormente, procedeu-se à secagem, em estufa a 60°C, por aproximadamente 48 horas. As amostras secas foram retiradas cuidadosamente e maceradas em cadinho até adquirirem textura de pó. Em seguida, foram levadas à estufa em placas de Petri, por mais 48 horas, em temperatura de 60°C. As amostras secas foram armazenadas em frascos de vidro devidamente identificados, levados à estufa a 60°C novamente para homogeneizar o máximo possível a amostra. Depois desse processo, foram confeccionadas pastilhas a partir das amostras secas, utilizando-se a técnica de análise por espectrometria de fluorescência de raios-X por dispersão de energia (EDXRF) para quantificação dos elementos Al, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Fe (CARMO *et al.*, 2011).

As análises estatísticas envolvendo os índices epidemiológicos foram realizadas utilizando-se apenas as espécies de parasitas que apresentaram a prevalência acima de 10%. A variação sazonal das infecções foi analisada utilizando-se o teste de comparação múltipla de médias de Duncan, considerando um período estacional. Da mesma maneira a variação sazonal de elementos traço na musculatura do pescado foi correlacionada com a intensidade de infecção e com a precipitação

pluviométrica obtida no mesmo período, calculando-se o coeficiente de correlação de Spearman. Quando necessário foi aplicada a transformação dos dados utilizando-se $\log(n+1)$ e as análises estatísticas foram realizadas considerando-se o intervalo de confiança igual a 5%.

RESULTADOS

Um total de 86 espécimes de *S. proops* com comprimento total médio de 27,46 cm ($\pm 4,79$ variando de 19,0 a 40,5) e peso médio de 176,18 g ($\pm 100,46$ variando de 50,0 a 563,0), sendo 31 fêmeas e 55 machos, foram examinados. Foi encontrado nas brânquias o Copepoda *Ergasilus* sp. (P= 77,90%; IM= 9,97; AM=7,91) e na cavidade visceral o Nematoda *Contracaecum* sp. (P = 27,91%; IM = 3,87 e AM = 0,67).

As análises demonstraram que os elementos cádmio, manganês, cálcio e mercúrio encontravam-se abaixo do limite de detecção do método utilizado. O elemento Fe foi o que apresentou as maiores concentrações. E os elementos As e Se apresentaram níveis de concentração acima dos limites estabelecidos pelo Decreto da ANVISA de nº 55871 de março de 1965 (Tabela 1)

Tabela 1 – Estatística descritiva dos elementos traço presentes nas amostras de musculatura tratada, de *S. proops* coletados no estuário do rio Japarutuba/ SE no período de agosto de 2012 a julho de 2013 no, bem como os limites estabelecidos pela Decreto nº 55871, de março de 1965.

Elementos traço	Faixa de concentração	Média	Desvio Padrão	Decreto nº 55871	Número de amostras
As (mg/kg)	10,844-13,586	12,499	1,044	1,00	12
Cl (mg/kg)	4,185-8,566	4,934	1,231	ND	12
Cu (mg/kg)	1,065-2,566	1,604	0,461	30,00	12
Fe ⁺ (mg/kg)	8,727-83,241	32,432	20,459	ND	12
I (mg/kg)	1,404-1,808	1,638	0,139	ND	12
K (mg/kg)	10,695-15,173	13,404	1,169	ND	12
Mg (mg/kg)	1,289-2,073	1,456	0,221	ND	12
Na (mg/kg)	2,955-4,148	3,219	0,324	ND	12
Se (mg/kg)	1,148-1,466	1,351	0,113	0,30	12
Zn (mg/kg)	25,212-43,777	33,136	5,393	50,00	12

ND – O decreto não estabelece valores máximos permissíveis para esses elementos

A variação estacional das intensidades de infecção por *Ergasilus* sp. e *Contracaecum* sp. não apresentou diferença significativa ($p=0,0541$ e $p=0,3682$ respectivamente) (Figura 1).

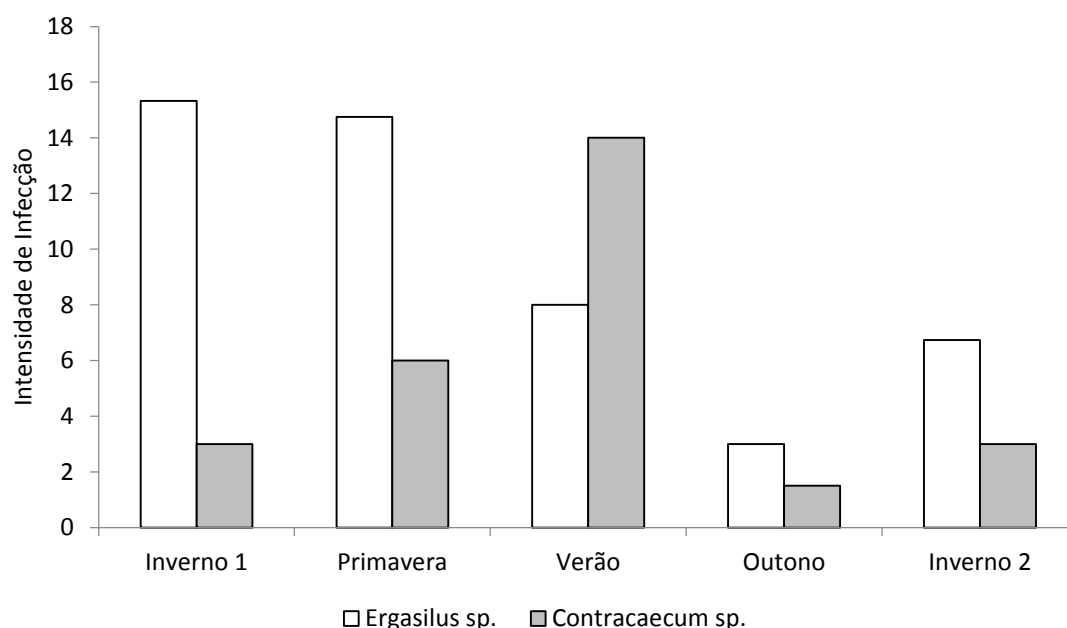


Figura 1 – Variação estacional da intensidade média de infecção por *Ergasilus* sp. e *Contracaecum* sp. em *Sciades proops* do estuário do rio Japaratuba, SE, Brasil

Foi verificada a ocorrência de correlação entre *Ergasilus* sp. e presença dos elementos traço por ser este um ectoparasita que pode sofrer maiores influências das alterações ambientais, não apresentando nenhuma significância apesar da forte correlação com Fe e Zn (Tabela 2).

Tabela 2 – Correlação entre a intensidade média de infecção por *Ergasilus* sp e os elementos traço presentes na musculatura de *Sciades proops* do estuário do rio Japaratuba, SE. (rs – coeficiente de correlação de Spearman)

	Fe	Zn	Na	Mg	Cl	K	Cu	Se	I	As
rs	0,5273	0,5545	0,2909	0,2545	0,2454	0,2545	0,0000	0,4784	0,4273	0,3545
p	0,0956	0,0767	0,3855	0,4500	0,4669	0,4500	1,0000	0,1367	0,1899	0,2847

Apesar de não significativa, há correlação entre a incidência de chuvas (precipitação pluviométrica), a quantidade de elementos traço presentes na musculatura dos pescados coletados e a intensidade de infecção por *Ergasilus* sp. (Tabela 3, Figuras 2, 3 e 4).

Tabela 3 – Correlação entre a pluviosidade, a intensidade média de infecção por *Ergasilus* sp e os elementos Ferro e Zinco presentes na musculatura de *Sciades proops* do estuário do rio Japaratuba, SE. (rs – coeficiente de correlação de Spearman).

	<i>Ergasilus</i> sp	Fe	Zn
rs	-0,4909	-0,1636	-0,1455
p	0,1252	0,6307	0,6696

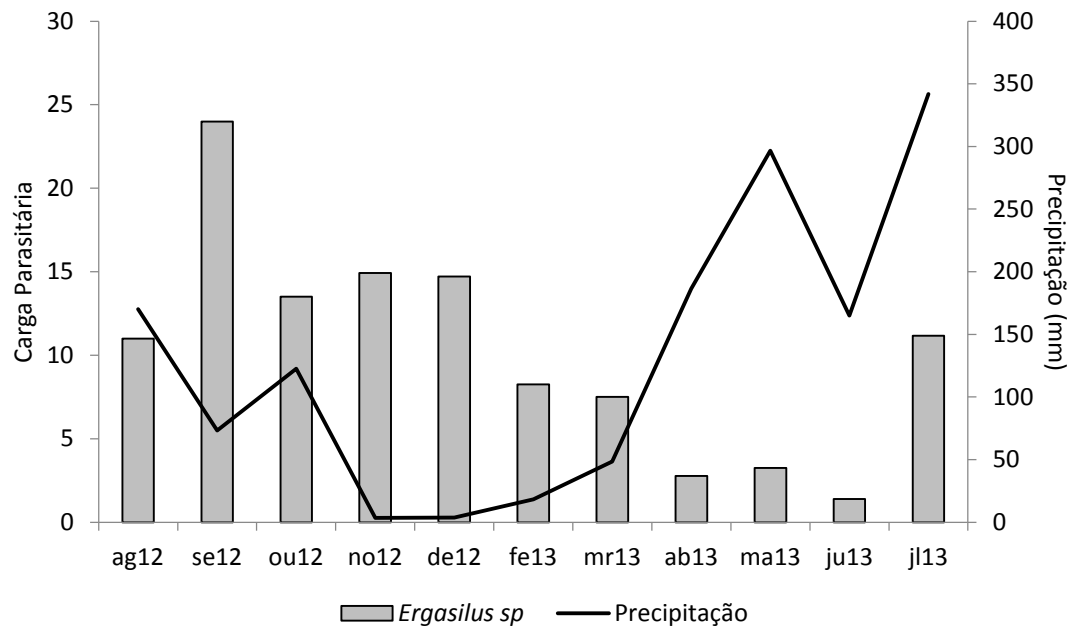


Figura 2 – Variação da intensidade média de infecção por *Ergasilus* sp em *Sciades proops* e da incidência de chuva (precipitação pluviométrica) no estuário do rio Japaratuba, SE.

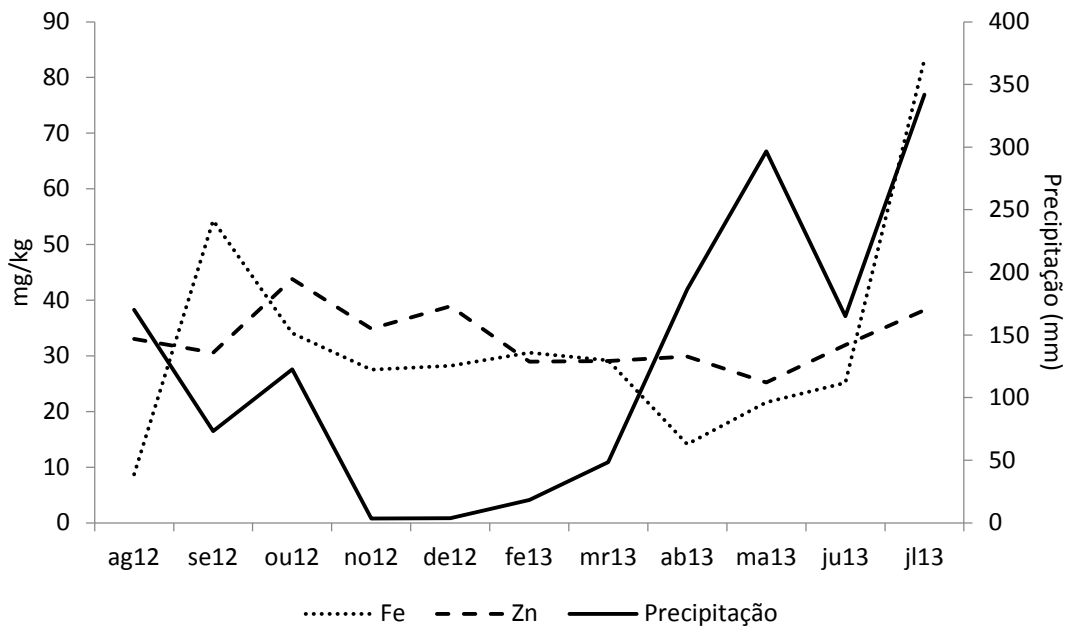


Figura 3 – Variação da incidência de chuva (precipitação pluviométrica) e a quantidade de elementos traço na musculatura de *Sciades proops* do estuário do rio Japaratuba, SE.

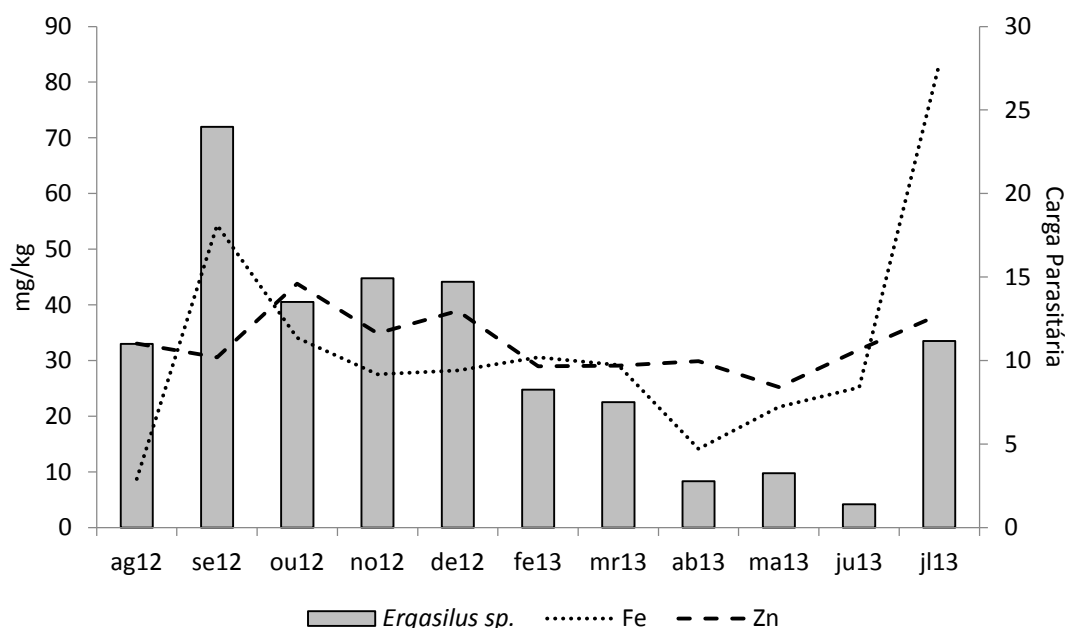


Figura 4 – Variação da intensidade média de infecção por *Ergasilus* sp. e a quantidade dos elementos Ferro (Fe) e Zinco (Zn) presentes na musculatura de *Sciadesproops* do estuário do rio Japaratuba, SE.

DISCUSSÃO

Apesar dos benefícios para a saúde relacionados à ingestão de pescado, o consumo de peixe contaminado é responsável por importante via de exposição humana a elementos tóxicos (FAO, 2010; GAŠPIC *et al.*, 2002; IOM, 2007). Sendo assim, a fim de assegurar a saúde pública, diversos países estabeleceram limites para alguns contaminantes.

HODSON & HILTON (1983) apontaram que o nível de incorporação de alguns elementos, como o selênio, via dieta alimentar ou absorção pela água, pode influenciar o metabolismo e subsequente acúmulo desses elementos pela biota. As concentrações de selênio encontradas no tecido muscular são resultado, sobretudo, da transferência trófica via cadeia alimentar, uma vez que esta é a principal forma de bioacumular esse elemento em organismos aquáticos (ZHANG *et al.*, 1990).

No ambiente aquático, a concentração de selênio pode apresentar riscos para a vida selvagem. A bioacumulação (o aumento da concentração de um organismo em relação ao meio circundante) e a biomagnificação (aumento da concentração por transferência cadeia alimentar) aumentam as chances desse elemento apresentar-se de formas tóxicas e representem ameaça para a vida selvagem. Dessa forma, as concentrações de selênio nos tecidos de invertebrados ou peixe inferiores podem atingir concentrações até 2000 vezes a concentração de água de selênio (WU, 2004).

O microelemento selênio (Se) apresenta essencialidade ou considerável toxicidade para um grande número de organismos, devido ao fato da pequena

diferença entre a dose essencial e a tóxica, a depender da espécie, estado de oxidação e concentração. (CHAPMAN, 1999). Tem ação como antioxidante e a sua presença está relacionada com a redução de certos tipos de câncer e outras doenças. Geralmente, os problemas relacionados à toxicidade do selênio são muito mais baixos do que as que dizem respeito à sua deficiência (TWOMEY *et al.*, 1977).

A toxicidade crônica de selênio em humanos resulta em selenose, uma condição caracterizada por fragilidade ou perda de cabelo e unhas, problemas gastrointestinais, erupções cutâneas e anormalidades no sistema nervoso (SPUZNAR *et al.*, 2003). Exposição aguda por via oral para altas doses de selênio leva a náuseas, vômitos e diarreia e, raramente, sintomas cardiovasculares (USHHS, 2003). Poucas mortes por intoxicação aguda de selênio foram relatadas, estas principalmente pela ingestão de compostos de selênio inorgânicos (BARCELOUX, 1999; HUNSAKER *et al.*, 2005; SEE *et al.*, 2006).

O selênio é um elemento essencial para o peixe, uma vez que é um componente de várias enzimas antioxidantes como a glutathione peroxidase. Os peixes podem acumular selênio diretamente do ambiente aquático pela epiderme, mas a principal via de incorporação é por alimentação do zoo e fitoplâncton através da cadeia alimentar (SANDHOLM *et al.*, 1973).

As atividades antrópicas vêm aumentando a liberação de selênio de suas fontes naturais (rochas e solos), disponibilizando-o principalmente para o meio ambiente aquático e consequentemente para o homem, uma vez que a principal via de exposição tanto do homem quanto dos organismos aquáticos ao selênio é pela dieta alimentar. Níveis tóxicos de selênio podem causar anormalidades reprodutoras, anemia e retardamento do crescimento (EISLER, 1985). Uma concentração de 4 mg.kg⁻¹ em peso seco é o limite para a toxicidade do selênio envolvendo a falta de reprodutividade em alguns peixes, embora peixes mais sensíveis mostrem efeitos de 1 a 2 mg.kg⁻¹. Níveis nos músculos de 13 mg.kg⁻¹ em peso seco (2.6 mg.kg⁻¹ em peso úmido) estão associados a efeitos adversos nos próprios peixes. Além disso, níveis de selênio de 5 mg.kg⁻¹ em peso seco (1 mg.kg⁻¹ em peso úmido) são tóxicos para outros peixes e seus consumidores (BURGER *et al.*, 2001). Em *S. proops* o valor médio encontrado na musculatura foi de 12.49 mg/kg em peso seco.

De acordo com Storelli e Marcotrigiano (2000), espécies bentônicas como *S. proops*, estão mais expostas a níveis elevados de Arsênio (As) quando comparados com espécies bentopelágicas. Segundo esses autores, esse fenômeno pode ser atribuído aos diferentes habitats, uma vez que as águas perto dos sedimentos (habitadas por espécies bentônicas) contêm mais As do que aqueles perto da

superfície. Quando ingerido em quantidades acima do permitido, o arsênio pode causar câncer de pele, fígado, rins e bexiga.

De acordo com Martínez-Valverde *et al.* (2000), ao preparar amostras de peixe para análise, existem valores residuais inevitáveis de sangue que pode influenciar os resultados, aumentando os níveis de Ferro (Fe). O elemento Fe foi o que apresentou as maiores concentrações nas amostra de musculatura de *S. proops* (32,43 mg/kg). Isto se deve ao fato de este mineral estar presente, em grande quantidade, no solo, na água e em processos industriais. Contudo, este elemento não possui limites máximos estipulados pelos órgãos responsáveis, tornando difícil a sua discussão (BIRUNGI *et al.*, 2007). O Fe é um elemento essencial, portanto não é considerado poluente e suas altas taxas encontradas nas amostras justificam-se pelo fato de ser essencial à vida dos animais e requerido em grande quantidade pelos mesmos, já que está presente na formação e no desempenho de várias funções fisiológicas dos seres vivos (RICKLEFS, 2003).

O Fe participa de processos hepáticos, e também está associado ao transporte de oxigênio por meio da hemoglobina, sendo considerado um dos elementos mais importantes para o ser humano (BIRUNGI *et al.*, 2007). Segundo a WHO (World Health Organization, 2014) a quantidade diária necessária para um homem adulto é de 20 mg. Desta forma, pode-se observar que estes peixes podem ser considerados fonte deste mineral.

Estudos demonstraram que vários fatores, tais como a estação, o comprimento e peso do peixe, aspectos físico e químico da água (KARGIN, 1996; JEZIERSKA & WITESKA, 2001) podem influenciar no acúmulo de elementos traço no tecido. As mudanças sazonais de concentração desses elementos em peixes pode ser resultado de fatores intrínsecos, como ciclo de crescimento e ciclo reprodutivo e de mudanças na temperatura da água, corroborando os resultados desse trabalho, pois o acúmulo do Fe na primavera e inverno foi mais elevado do que nas outras estações. Esse alto nível de acúmulo pode ser devido a chuvas fortes durante essas épocas, o que aumenta o teor de elementos traço na água.

REFERÊNCIAS

BAIRD, C. *Química Ambiental*. Porto Alegre : Bookman, 2º ed, 2002.

BARCELOUX, D.G. Selenium. *Clinical Toxicology* 1999; 37:145–72.

BIRUNGI, Z.; MASOLA B.; ZARANYIKA M.F.; NAIGAGA I.; MARSHALL B. Active biomonitoring of trace heavy metals using fish (*Oreochromis niloticus*) as bioindicator species. The case of Nakivubo wetland along Lake Victoria. *Physics and Chemistry of the Earth* 2007; 32 :1350-1358.

BRASIL. Dispõe sobre normas regulamentadoras do emprego de aditivos para alimentos. **Decreto 55.871 de 26 de março de 1965**. Diário Oficial, Brasília, DF, 1965. Seção 1.

BURGER, J.; GAINES, K. F.; BORING, C. S. ; STEPHENS JR., WARREN L.; SNODGRASS, J. & GOCHFELD, M. Mercury and Selenium in Fish from the Savannah River: Species, Trophic Level, and Locational Differences. *Environmental Research* 2001; 87(2) Section A: 108-118.

BUSH, A.O.; LAFFERTY, D.K.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *Journal of Parasitology* 1997; 83 (4): 575-583.

CARMO, C. A. do; ABESSA, D. M. de S.; MACHADO, J. G. N. Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde* 2011; 35 (1): 64-70.

CHAPMAN, P. M. Selenium – A potencial time bomb or just another contaminant? *Human and Ecological Risk Assessment* 1999; 5 (6): 1123-1138.

CUNHA, F. G.; MACHADO G. J. *Estudos de geoquímica ambiental e o impacto na saúde pública no Município de São Gonçalo do Piauí*. SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL, Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica – PGAGEM. 2004.

EIRAS, J.G.C.; TAKEMOTO, R.M. & PAVANELLI, G.C. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Editora Universidade Estadual de Maringá. 2º edição; 2006. p.111 - 170.

EISLER, R. Selenium hazards to fish, wildlife and invertebrates: a synoptic review. *U. S. Fish and Wildlife Service Biological Report* 1985; 85 (1.5).

ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência; 1998. 2ª ed p. 298-299.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2010 (SOFIA). Rome, 2010.

FROESE, R. & PAULY, D. "FishBase. World Wide Web electronic publication," version (06/2011). [Acessado em 25/08/2013]. Disponível em: <http://www.fishbase.org>.

GAŠPIC, Z. K.; ZVONARIC', T.; VRGOC, N.; ODZ'AK, N. & BARIC', A. Cadmium and lead in selected tissues of two commercially important fish species from Adriatic Sea. *Water Research*. 2002; 36: 5023–5028.

HODSON, P.V. & HILTON, J.W. The nutritional requirements and toxicity to fish of dietary and waterborne selenium. *Ecological Bulletin* 1983; 35: 335-340.

HUNSAKER, D.M.; SPILLER H.A.; WILLIAMS D. Acute selenium poisoning: suicide by ingestion. *J. Forensic Sci.* 2005; 50: 942–946.

IOM. Seafood choices: Balancing benefits and risks. Washington, DC: *National Academy Press*. 2007.

JEZIERSKA, B. & WITESKA, M. Metal Toxicity to Fish. Norris, D.O. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 2001; 11(3): 279-279.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. *Trace elements in soils and plants*, 3ª ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. p. 413.

KARGIN, F.. Seasonal changes in levels of heavy metals in tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* collected from Iskenderum Gulf (Turkey). *Water, Air Soil Pollution* 1996; 90: 557-562.

- KHAN R.A. Effect of oil-contaminated sediment on the longhorn sculpin (*Myoxocephalus octodecemspinosus*) following chronic exposure. *Bull Environ. Contam. Toxicol.* 1991; 47: 63-69.
- MACHADO, I.; MAIO, F. D.; KIRA, C. S.; CARVALHO, M. F. H. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliensis* do estuário de Cananéia-SP, Brasil, *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2002; 61(1): 13-18.
- MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; SANTAELLA, M. & ROS, R. The content and nutritional significance of mineral on fish flesh in the presence and absence of bone. *Food Chemistry* 2000; 71: 503–509.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Elementos traço na nutrição e saúde humana*. São Paulo: Roca. 1998.
- RICKLEFS, R. E. *A Economia da Natureza*, 5ª. ed. 2003; Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 503.
- SANDHOLM, M.; OKSANEN, H.E.; PESONEN, L. *Limn. Oceanogr* 1973; 18: 496.
- SEE, K.A.; LAVERCOMBE, P.S.; DILLON, J.; GINSBERG, R. Accidental death from acute selenium poisoning. *Medical Journal* 2006; 185: 388–389.
- SPUZNAR, J.; LOBINSKI, R.; PRANGE, A. *Applied Spectroscopy* 2003; 57:102.
- STORELLI, M. M., & MARCOTRIGIANO, G. O. Organic and inorganic arsenic and lead in fish from the South Adriatic Sea, Italy. *Food Additives and Contaminants* 2000; 17(9): 763–768.
- TAVARES, L.E.R. & LUQUE, J.L. Aspectos quantitativos das infrapopulações de *Caligus praetextus* Bere, 1936 (Copepoda, Caligidae) parasitos do robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (Osteichthyes, Centropomidae) no litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. bras. Zoociências* 2001; 3: 253-258.
- TWOMEY, T.; CRINION, R.A.P.; GLAZIER, D.B. Selenium toxicity in cattle in Co. Meath. *Irish Vet. J.* 1977; 31: 41-46.
- USHHS. United States Department for Health and Human Services. *Toxicological Profile for Selenium*. [Acessado em 30/02/2013]. Disponível em: <http://www.atsdr.cdc.gov/pugwash.lib.warwick.ac.uk/toxprofiles/tp92.html>.
- WHO. World Health Organization. [Acessado em: 01/02/2014]. Disponível em: <http://www.who.int/en/>.
- WU, L. Review of 15 years of research on ecotoxicology and remediation of land contaminated by agricultural drainage sediment rich in selenium. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2004; 57:257–69.
- ZHANG, Y. & MOORE, J.N. Selenium fractionation and speciation in a wetland system. *Environmental Science and Technology* 1990; 30: 2613-2619.

7. CONCLUSÕES GERAIS

A espécie *S. proops* estava infectada por metazoários parasitas pertencentes a 10 espécies: *Ergasilus* (Copepoda), *Contracaecum* sp., *Procamallanus* sp., *Raphidascaroides* sp. e *Cuccullanus* sp. (Nematoda), Ancyrocephalinae (Monogenea), *Pseudoacanthostomum panamense*, *Clinostomum* sp. e duas metacercárias não identificadas, denominadas como metacercária 1 e metacercária 2 (Digenea).

A espécie de copépodo *Ergasilus* sp. mostrou-se dominante, apresentando uma maior frequência de casos, onde sua intensidade foi maior em relação as outras espécies parasitas encontradas em *S. proops*, seguido de *Contracaecum* sp.

Na infecção por *Ergasilus* sp. o peso apresentou correlação positiva e significativa com a intensidade de infecção e com a abundância média, enquanto que o comprimento total correlacionou positiva e significativamente com todos os parâmetros epidemiológicos. Na infecção por *Contracaecum* sp. apenas a prevalência e a abundância apresentaram uma correlação positiva e significativa com o peso e comprimento total do pescado.

A partir dos coeficientes de associação calculados denotou-se independência de interação entre as infecções parasitárias.

Apesar de não significativa, há correlação entre a incidência de chuvas (precipitação pluviométrica), a quantidade de elementos traço presentes na musculatura dos pescados coletados e a intensidade de infecção por *Ergasilus* sp.

As análises demonstraram que os elementos cádmio, manganês, cálcio e mercúrio encontravam-se abaixo do nível de detecção, podendo-se inferir que estão em uma concentração bastante baixa, ou até mesmo, ausente. O elemento Fe foi o que apresentou as maiores concentrações e os elementos As e Se apresentaram níveis de concentração acima dos limites estabelecidos pelo Decreto nº 55871/1965, indicando uma possível contaminação deste peixe.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMADO, M.M.A. P & ROCHA, C.E.F. Três novas espécies de copépodes parasitas do gênero *Ergasilus* (Poecilostomatoida, Ergasilidae) coletadas em filamentos branquiais de peixes mugilídeos do Brasil. *Nauplius* 1995; 3: 33-48.
- ANDREATA, J.V., BARBIERI, L.R., SEBILIA, A.S.B., SILVA, M.H.C. & SANTOS, R.P. A list of Marapendi lagoon fishes, Rio de Janeiro, Brazil. *Atlântica* 1989; 11: 5-17.
- ARAÚJO, F.G. Abundância relativa, distribuição e movimentos sazonais de bagres marinhos (Siluriformes: Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Rev. Bras. de Zoologia* 1988; 5: 509-543.
- ARAÚJO, A. R.R.; SILVA, F. D.; SANTANA, R.F.; LOPES, D.F.C. Gestão de pesca de *Mytella charruana* (D' Orbigny, 1846) no litoral do Estado de Sergipe: Indicadores de sustentabilidade. *Rev. Bras. Eng. Pesca* 2009; 4(2): 56-70.
- BAIRD, C. *Química Ambiental*. 2º ed. Porto Alegre: Bookman; 2002.
- BARROS, L.A.; ARRUDA, V.S.; GOMES, D.C.; PINTO, R.M. First natural infection by *Ascocotyle (Phagicola) longa* Ransom (Digenea, Heterophyidae) in an avian host, *Ardea cocoi* Linnaeus (Aves, Ciconiiformes, Ardeidae) in Brazil. *Rev. Bras. de Zoologia* 2002; 19(1):151-155.
- BRASIL. Dispõe sobre normas regulamentadoras do emprego de aditivos para alimentos. **Decreto 55.871 de 26 de março de 1965**. Diário Oficial, Brasília, DF, 1965. Seção 1.
- BUSH, A.O. & HOLMES, J.C. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. *Can J. Zool.* 1986; 64: 142-152.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, D.K.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *J. of Parasitol.* 1997; 83(4): 575-583.
- CAMPOS, C.M.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R. Histopathology of gills of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) infested by Monogenea and Myxosporea, caught in Aquidauana River, State of Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev. Bras. de Parasitol. Vet.* 2011; 20(1): 67-70.
- CARMO, C. A. do; ABESSA, D. M. de S.; MACHADO, J. G. N. Metais em águas, sedimentos e peixes coletados no estuário de São Vicente-SP, Brasil. *O Mundo da Saúde*, 2011; São Paulo: 35(1):64-70.
- CUNHA, F. G.; MACHADO G. J. *Estudos de geoquímica ambiental e o impacto na saúde pública no Município de São Gonçalo do Piauí*. SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL, Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica – PGAGEM; 2004.
- EIRAS, J. C. A importância econômica dos parasitas de peixes. *Higiene Alimentar*, 1994; São Paulo: 8(31):11-13.
- EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. & PAVANELLI, G.C. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Editora Universidade Estadual de Maringá: Maringá; 2000. p. 173.
- EIRAS, TAKEMOTO, R.M. & PAVANELLI, G.C. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. 2ª ed. Editora Universidade Estadual de Maringá: Maringá; 2006. p. 111 – 170.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de limnologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência; 1998. p.298-299.

- FAGERHOLM, H.P. Nematode length and preservatives, with a method for determining the length of live specimens. *J. Parasitol* 1979; 65: 334-335.
- FAO - Food and Agriculture Organization. *Consumo de peixe no Brasil*; 2013.
- FORAN, J.A. Toxic substances in surface waters. *Environm. Sci. Technol.* 1990; (24): 604-608.
- FROESE, R. & PAULY, D. "FishBase. World Wide Web electronic publication," version (06/2011). [Acessado em 25/08/2013]. Disponível em: <http://www.fishbase.org/>.
- GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. *Higiene e vigilância sanitária de alimentação* Livraria Varela: São Paulo; 2011. p. 125-139.
- GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J. J.; PIERANGELI, M. A. P.; ZULIANI, D. Q.; CAMPO, M. L. & MARCHI, G. Elementos-traço em Solos e Ambientes Aquáticos. *Tópicos Ci Solo* 2005; 4:345-390.
- HOLMES, J.C.; BETHEL, W.M. *Modification of intermediate hosts behaviour by parasites. In Behavioural aspects of parasite transmission.* Ed. Canning, E. U. and Wright, C.A. London: Academic Press; 1972.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo populacional, 2013.* [Acessado em: 19/04/2013]. Disponível em: <http://www.censo2013.ibge.gov.br>.
- JANSON, S. & VEGELIUS, J. Measures of ecological association. *Oecologia* 1981; 49: 371-376.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. *Trace elements in soils and plants.* 3ª ed. Boca Raton: CRC Press; 2001. p. 413.
- KHAN R.A. Effect of oil-contaminated sediment on the longhorn sculpin (*Myoxocephalus octodecemspinosus*) following chronic exposure. *Bull Environ Contam Toxicol.* 1991; 47:63-69.
- KRITSKY, D.C.; BOERGER, W.A. & POPAZOGLO, F. Neotropical Monogenoidea. 22. Variation in *Scleroductus* species (Gyrodactylidea, Gyrodactylidae) from Siluriform fishes of southeastern Brazil. *J. Helminthol. Soc. Was* 1995; 62: 53-56.
- LACERDA, L.D.; PFEIFFER, W.C.; SILVEIRA, E.G.; BASTOS, W.R. & SOUZA, C.M.M. Contaminação por mercúrio na Amazônia: Análise preliminar do Rio Madeira, RO. In: *Anais do I Congresso Brasileiro de Geoquímica* 1987; 2:295-299.
- LANGERON, M. Précis de microscopie, 3 Vols. Paris: Brodard & Taupin, 1430 p. 1949.
- LE CREN, E.D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonadal weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. of Anim. Ecol.* 1951; 20:201-19.
- LEDERER, J. *Enciclopédia moderna de higiene alimentar.* III Tecnologia e Higiene Alimentar. São Paulo: Manole; 1991. p.121.
- LORENZO, S. *Anisakis y alergia.* [Tese]. (Ed. Ubeira, F.M.), Imprensa Universitaria, Santiago de Compostela; 2000. p.182.
- LUDWIG, J. A. & REYNOLD, J.F. Statistical ecology: a primer on methods and computing. *John Wiley & Sons Inc.* 1998; New York: 17: 316.
- LUQUE, J.L. Parasitologia de peixes marinhos na América do Sul: estado atual e perspectivas. In: Ranzani-Paiva, M.J.T.; Takemoto, R.M. & Lizama, M.A.P. (Eds.) *Sanidade de organismos aquáticos.* Editora Varela; 2004. p. 199-215.
- MACHADO, I.; MAIO, F. D.; KIRA, C. S.; CARVALHO, M. F. H. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia-SP, Brasil. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2002; 61(1): 13-18.

MACKAY, D. & CLARK, K.E. Predicting the environmental partitioning of organic contaminants and their transfer to biota. In: Jones, K.C. (ed) Organic Contaminants in the Environment. Environm. Managem. Series. Elsevier Science Pub 1991; New York p. 254.

MAGURRAN, A.E. *Ecological diversity and its measurement*. Princenton: Univ. Press. Princenton; 1998. p. 179.

MAIA, C. B., ALMEIDA, A. C. M. & MOREIRA, F. R. Avaliação do teor de chumbo em Mexilhões da espécie *Perna perna* na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.* 2006; 1(2): 195-198.

MALTA, J. C.O. *Ergasilus triangularis* sp. n. (COPEPODA: ERGASILIDAE) das brânquias de *Laemolyta taeniata* (KNER, 1859), (CHARACIFORMES: ANOSTOMIDAE) da amazônia brasileira. *Acta Amazonica* 1994; 24(3/4): 309 – 316.

MARCENIUK, A.P. Chave para identificação das espécies de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) da costa brasileira. *B. Inst. Pesca* 2005; 31: 89 – 101.

MARCOGLIESE, D.J. & CONE, D.K. Parasite communities as indicators of ecosystem stress. *Parassitologia* 1997; 39: 227 -232.

MENDIL, D. et al. Determination of trace metal levels in seven fish species in lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry* 2005; 90:175-179.

MENDONÇA, J. U. de & SILVA, M. L. M. C e. *Sergipe Panorâmico: Geográfico, Político, Histórico, Cultural, Turístico e Social*. Editora Universidade Tiradentes: Aracaju; 2009.p. 410 e 412.

MORAVEC, F. *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region*. Praga, Academia; 1998. p.191- 222.

MPA- Ministério da Pesca e Aquicultura. Estatística da Pesca e Aquicultura; 2011.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura Brasil 2008-2009*; 2012.

OKUMURA, M. P. M.; PÉREZ, A. C. A.; ESPÍNDOLA FILHO, A. Principais zoonoses parasitárias transmitidas por pescado – revisão. *Revista de Educação Continuada do CRMV-SP* 1999; São Paulo: 2(2):66-80.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. *Elementos traço na nutrição e saúde humana* 1998; São Paulo: Roca.

PACHECO, T.A.; LEITE, R.G.M.; ALMEIDA, A.C.; SILVA, N.M.O.; FIORINI, J.E. Análise de coliformes e bactérias mesofílicas em pescado de água doce. *Higiene Alimentar* 2004; 18(116/117): 68-72.

PINHEIRO, H.M.C.; VIEIRA, R.H.S.F.; CARVALHO, F.C.T.; REIS, E.M.F.; SOUSA, O.V.; VIEIRA, G.H.F.; RODRIGUES, D.P. *Salmonella* sp. e coliformes termotolerantes em *sushi* e *sashimi* comercializados na cidade de Fortaleza- Ceará. *Boletim Técnico Científico CEPENE* 2006; 14(1): 23-31.

POPAZOGLO, F. Monogenoidea (Platyhelminthes) de *Corydoras* spp. (Siluriformes, Callichthyidae) e avaliação da sua utilidade na discriminação de espécies simpátricas de seus hospedeiros. [Dissertação] Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1997. p.52.

POULIN, R. & VALTONEN, E.T. Interspecific association among larval helminths in fish. *Int. J. Parasitol.* 2001; 31:1589-1596.

ROCHA, A.A. Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da Represa Billings, São Paulo (Brasil). *Rev. Saúde pública* 1985; São Paulo: 9:401-10.

- RODRIGUES, A.F. Os caminhos das águas. *Agroanalysis* 1998; 18:22-6.
- ROHDE, K.; HAYWARD, C. & HEAP, M. Aspects of the ecology of metazoan ectoparasites of marine fishes. *Int. J. Parasitol.* 1995; 25: 945-970.
- SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. *Relatório final do enquadramento dos cursos d'água de Sergipe*, 2003.
- SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Bacias Hidrográficas de Sergipe. Disponível em: <http://www.semarh.se.gov.br/comitesbacias/uploads/img4843ecf559c1d.jpg> Acessado em: 15/03/2012.
- SILVA, C.M., SÃO CLEMENTE, S.C. Nematóides da família Anisakidae e cestóides da ordem Trypanorhyncha em filés de dourado (*Coryphaena hippurus*) e ariocó (*Lutjanus synagris*) e sua importância na inspeção de pescado/Nematode larvae and cestoda in fillets of *L. synagris* and *Coryphaenae hippurus*. *Hig aliment* 2001; 15:75-79.
- SOUZA, M. J. F. T. de; JUNIOR, J. F. D.; SILVA, F. C. B. da; FÉLIX, D. C. F.; SANTOS, J. C. dos. *Estatística Pesqueira da Costa do Estado de Sergipe e Extremo Norte da Bahia, 2010*. Editora UFS: São Cristóvão, Sergipe; 2012. p. 17.
- TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C. *Doenças de peixes: Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento*. 2ª edição. Ed. Universidade Estadual de Maringá: Maringá; 2002. p. 305.
- TAVARES, L.E.R. & LUQUE, J.L. Aspectos quantitativos das infrapopulações de *Caligus praetextus* Bere, 1936 (Copepoda, Caligidae) parasitos do robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (Osteichthyes, Centropomidae) no litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zoociências* 2001;3: 253-258.
- THATCHER, V. E; BRITES NETO, J. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. *Rev. Bras. de Med. Vet.* 1994; 16 (3):11-28.
- TSUTIYA, M. T. Metais pesados: O principal fator limitante para o uso agrícola de biossólidos das estações de tratamento de esgotos. In: *20º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro; 2006.
- VIANNA, R.T.; BOEGER, W.A. & SILVA-SOUZA, A.T. Neotropical Monogenoidea. 52. *Diechodactylus joaberi* n. g., n. sp. from the banded knifefish *Gymnotus carapo* (Gymnotiformes: Gymnotidae) in southeastern Brazil. *Syst. Parasitol* 2008; 69: 45–50.
- VICENTE, J.J.; PINTO, R.M. Nematóides do Brasil. Nematóides de peixes. Atualização: 1985-1998. *Rev. Bras. Zool.* 1999; 16: 561-610.
- VICENTE, J.J.; RODRIGUES, H.O.; GOMES, D.C.; PINTO, R.M. Nematóides do Brasil. Parte IV: Nematóides de aves. *Rev. Bras. Zool.* 1995; 12:1-273.
- VITEK, T.; SPURNY, P.; MARES, J.; ZIKOVA, A. Heavy metal contamination of the Loucka River water ecosystem. *Acta Vet. Brno* 2007; 76: 149-154.
- YUAN, C., SHI J. B., HE B., LIU J. F., LIANG L. N. & JIANG G. B. Speciation of Heavy Metals in Marine Sediments from the East China Sea by ICP-MS with Sequential Extraction. *Environmental International* 2004; 30: 769-783.
- ZHENG, N., WANG, Q., LIANG, Z. & ZHENG, D. Characterization of heavy metal concentrations in the sediments of three freshwater rivers in Huludao City, Northeast China. *Environ. Pollut.* 2008; 154: 135-142.