



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

YVANA CRISTINA TENORIO DE BRITTO

**ESTUDO DA COMUNIDADE COMPONENTE DE
MONOGENOIDEA DAS BRÂNQUIAS DE *Oreochormis
niloticus* (Linnaeus, 1758) EM PISCIULTURAS NO NORTE
DO ESTADO DO PARANÁ.**

Londrina
2017

YVANA CRISTINA TENORIO DE BRITTO

**ESTUDO DA COMUNIDADE COMPONENTE DE
MONOGENOIDEA DAS BRÂNQUIAS DE *Oreochromis
niloticus* (Linnaeus, 1758) EM PISCICULTURAS NO NORTE
DO ESTADO DO PARANÁ.**

Tese/Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Doutor/Mestre.

Orientador: Profa. Dra. Ângela Teresa Silva e Souza

Londrina
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

B862 Britto, Yvana Cristina Tenorio de .
Estudo da comunidade componente de Monogenoidea das brânquias de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) em pisciculturas no norte do Estado do Paraná. / Yvana Cristina Tenorio de Britto. - Londrina, 2017.
59 f.

Orientador: Ângela Teresa Silva-Souza.
Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2017.
Inclui bibliografia.

1. ecologia - Tese. 2. parasito - Tese. 3. monogenoidea - Tese. 4. *Oreochromis niloticus* - Tese. I. Silva-Souza, Ângela Teresa . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

CDU 574

YVANA CRISTINA TENORIO DE BRITTO

**ESTUDO DA COMUNIDADE COMPONENTE DE MONOGENOIDEA
DAS BRÂNQUIAS DE OREOCHROMIS NILOTICUS (LINNAEUS,
1758) EM PISCICULTURAS NO NORTE DO ESTADO DO PARANÁ**

Tese/Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito para a obtenção do título de Doutor/Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Teresa Silva e
Souza
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Maurício Laterça Martins
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Dr. Gustavo Monteiro Teixeira
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Lucienne Garcia Pretto Giordano
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Mário Luis Orsi
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 31 de agosto de 2017

Sementes

Olhos,
vale tê-los,
se, de quando em quando,
somos cegos
e o que vemos
não é o que olhamos
mas o que o olhar semeia no mais denso
escuro.

Vida
vale vivê-la
se, de quando em quando,
morremos
e o que vivemos
não é o que a Vida nos dá
nem o que dela colhemos
mas o que semeamos em pleno deserto.

Poemas escolhidos de *Mia Couto* (2016)

AGRADECIMENTOS

Nasceram, das sementes da minha família que um dia foram plantadas em mim, a energia e a motivação para continuar e não desistir perante diversos momentos de dificuldade e fraqueza. Foram luzes que me informavam das pedras do caminho longo e tortuoso, mas que, ao mesmo tempo, levantavam meu olhar para um objetivo maior a ser alcançado.

Outras vozes e outros braços de amigos queridos me socorreram e me estenderam a mão. Agradeço a meu amado esposo, que em seu incômodo silêncio, me deu apoio e carinho; à minha mãe e seu caloroso colo; à minha irmã e suas palavras de sinceridade e confiança e aqueles que já não estão entre nós, mas que acredito olharam por mim.

Gostaria de fazer um agradecimento de forma coletiva, pois seria injusto fazer uma lista de nomes, por outro lado, devo registrar o nome de minha orientadora Ângela Teresa Silva e Souza, que, com sua presença, me forneceu foco e rumo ao conhecimento científico profundo; uma forma de não esquecer e poder lembrar, no futuro, com saudade, nostalgia e orgulho.

Família Bortoti, não tem como não lembrar, agradeço com carinho.

Agradeço as Faculdades Integradas de Ourinhos pelo apoio financeiro e a Universidade Estadual de Londrina pelo fomento ao ensino e ao conhecimento.

Muito obrigada!

BRITTO, Yvana Cristina Tenorio de Britto. **Estudo da comunidade componente de Monogenoidea das brânquias de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) em pisciculturas no norte do Estado do Paraná.** 2017. 59 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho, estudar a comunidade componente de Ancyrocephalidae nas brânquias de *O. niloticus*, visando identificar as espécies, avaliar as populações, composição e estrutura da comunidade componente. Os peixes foram doados por quatro pisciculturas localizadas no Norte do Estado do Paraná, sendo três de viveiros escavados e uma com tanques-rede. As brânquias dos 269 espécimes foram retiradas, separadas e analisadas para coleta de todos os parasitos. Os ancyrocefalídeos foram fixados e posteriormente montados, isoladamente, em lâmina histológica contendo Grey & Wess, para identificação com literatura especializada. Os índices parasitários de prevalência, intensidade média e abundância média foram calculados, assim como riqueza, abundância total e os índices de Diversidade de Brillouin e de Dominância de Berger-Parker. O fator de condição relativo (Kn) foi calculado para avaliar a interferência dos parasitos na higidez do hospedeiro. As espécies de ancyrocefalídeos identificadas foram: *Cichlidogyrus halli*, *C. sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae*, *C. tilapiae* e *Scutogyrus longicornis*. Em juvenis a composição diferiu pela ausência de *C. halli*. Houve diferenças na estrutura da comunidade, ao longo do tempo e entre os sistemas de cultivo, embora não tenha sido verificado um padrão. Os parasitos não influenciaram a saúde de *O. niloticus* em tanques escavados, mas afetaram a higidez daqueles criados em tanques-rede.

Palavras-chave: Ancyrocephalidae. Parasito. Cichlidae. Peixe. Sistema de produção. Tilapicultura.

BRITTO, Yvana Cristina Tenorio de Britto. **Study of the Monogenoidea component community of the gills of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in pisciuculturas in the North of the State of Paraná.** 2017. 59 p. Thesis (Doctorate in Biological Sciences) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the community component of Ancyrocephalidae in the gills of *Oreochromis niloticus*, in order to identify the species, to evaluate the populations, composition and structure of the component community. The fishes were donated by four fish farms located in the north of the State of Paraná, three of which came from excavated tanks and one from net tanks. The gills of the 269 specimens were collected, separated and analyzed for collection of all parasites. The ancyrocephalids were fixed and later mounted, in isolation, on histological slide containing Gray & Wess, for identification with information present in specialized literature. Parasitic indices of prevalence, mean intensity and average abundance were calculated, as well as richness, total abundance, and the Brillouin Diversity and BergerParker Dominance indices. The relative condition factor (Kn) was calculated to evaluate interference of parasites on host healthiness. The species of ancyrocephalids identified were: *Cichlidogyrus halli*, *C. sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae*, *C. tilapiae* and *Scutogyrus longicornis*. In juveniles the composition differed by the absence of *C. halli*. There were differences in community structure, over time and between farming systems, although no pattern was verified. The parasites did not influence the health of *O. niloticus* in excavated tanks, but they affected the healthiness of those bred in net tanks.

Key-words: Ancyrocephalidae. Parasite. Cichlidae. Fish. Production system. Tilapia farming.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 – Temporal variation of relative abundance for each species of the component community of Ancyrocephalidae species in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens collected from a fish tank in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011 11

Figura 2 – Temporal variation of Relative Frequency of individuals with egg for each species of the Ancyrocephalidae component community in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens collected in fish tanks in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011 14

Capítulo 2

Figura 1 – Variação da precipitação total (coluna) e da média mensal de temperatura do ar (linha) com base nos valores encontrados de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. As barras com cor escura são correspondentes aos meses de coletas 25

Figura 2 – Variação da abundância relativa das espécies de Ancyrocephalidae, parasitos branquiais de juvenis de *Oreochromis niloticus*, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011. 27

Figura 3 – Variação do fator de condição relativo (Kn) em relação à massa corporal (Wt), do total de espécimes de *Oreochromis niloticus* e dos capturados nos diferentes meses de estudos, com brânquias parasitadas e não parasitadas, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril 2010 a fevereiro de 2011..... 32

Capítulo 3

Figura 1 – Frequência relativa de indivíduos com ovo, de cada espécie da comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de exemplares de *Oreochromis niloticus*, capturados em tanque escavado e tanque-rede, em pisciculturas no norte do Estado do Paraná, Brasil 44

Figura 2 – Abundância relativa das espécies de Ancyrocephalidae, parasitas branquiais de *Oreochromis niloticus*, procedentes de tanque escavado (TE) e tanque-rede (TR), de duas pisciculturas no norte do Estado do Paraná, Brasil46

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

- Table I** – Temporal variation of Prevalence (P), Mean Intensity (MI), and Mean Abundance (MA) of Ancyrocephalidae species found in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens in fish farming in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011 13
- Table II** – Temporal variation of the component community structure of Ancyrocephalidae species found in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens in fish farming in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011 14
- Table III** – Relative frequency (%) of *Oreochromis niloticus* specimens where simultaneous occurrence of pairs of Ancyrocephalidae species was observed in the gills of specimens collected from fish tanks in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011 15
- Table IV** – Richness, number of hosts (N), relative proportion (%), total number of parasites, and mean number of parasites per fish, with standard deviation and minimum and maximum values (min-max) of Ancyrocephalidae infracommunities found in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens collected in a fish tank in northern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011 15

Capítulo 2

- Tabela I** – Prevalência (P), Intensidade Média (IM) e Abundância Média (AM), com os respectivos desvios padrão (s) e amplitudes de variação (min-máx), dos Ancyrocephalidae, parasitos branquiais de juvenis de *Oreochromis niloticus*, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011 29
- Tabela II** – Estrutura da comunidade componente de Ancyrocephalidae, das brânquias de juvenis de *Oreochromis niloticus*, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011. 30
- Tabela III** – Número de hospedeiros (N), valores médios de comprimento total (Lt), valores médios de massa total (Wt), valores médios do fator de condição relativo (Kn), com desvios padrão e valores mínimos (min) e máximos

(max) dos indivíduos de *Oreochromis niloticus* com brânquias não parasitadas (NP) e parasitadas (P) por *Ancyrocephalidae*., capturados em tanque de piscicultura no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011. (p = probabilidade de significância)..... 31

Capítulo 3.

- Tabela I** – Valores da concentração de oxigênio dissolvido (OD) e da temperatura (Temp.) da água em tanque escavado e tanque-rede, no norte do Estado do Paraná, Brasil, no momento de captura dos espécimes de *Oreochromis niloticus* 42
- Tabela II** – Prevalência (P), Intensidade Média (IM) e Abundância Média (AM), com os respectivos desvios padrão (s) e valores mínimo-máximo (min-máx), número total de indivíduos (N) das espécies de *Ancyrocephalidae*, parasitas branquiais de *Oreochromis niloticus* criados em tanque escavado (TE) e tanque-rede (TR), em pisciculturas no norte do Paraná, Brasil 44
- Tabela III** – Estrutura da comunidade componente de *Ancyrocephalidae*, parasitos branquiais de *Oreochromis niloticus*, criados em tanque escavado e tanque-rede, no norte do Estado do Paraná, Brasil 45
- Tabela IV** – Valores médios de comprimento total (Lt), valores médios de massa total (Wt), valores médios do fator de condição relativo (Kn), com desvios padrão e valores mínimos (min) e máximos (max) dos indivíduos de *Oreochromis niloticus* com brânquias não parasitadas (NP) e parasitadas (P) por *Ancyrocephalidae*, em tanque escavado (TE) e tanque-rede (TR) no norte do Paraná, Brasil. (p = probabilidade de significância) 46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	Capítulo 1. Temporal variation of Monogenoidea Bychowsky, 1937 componente community in the gills of Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758) in fish farming in northern Parana state, Brazil	7
2.1	INTRODUCTION.....	8
2.2	MATERIALS AND METHODS	9
2.3	RESULTS	10
2.4	DISCUSSION	16
2.5	REFERENCES	18
3	Capítulo 2. Estudo de monogenóideos, parasitos branquiais de juvenis de Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758), em piscicultura, tanque escavado, no norte do Estado do Paraná, Brasil	22
3.1	INTRODUÇÃO.....	23
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.3	RESULTADOS.....	26
3.4	DISCUSSÃO.....	33
3.5	REFERENCIAS	35
4	Capítulo 3. Comunidade componente de Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937 parasitos de Oreochromis niloticus (Lnnaeus, 1758) em dois sistemas de produção no norte do Estado do Paraná, Brasil	38
4.1	INTRODUÇÃO.....	39
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS	40
4.3	RESULTADOS.....	42
4.4	DISCUSSÃO.....	47
4.5	REFERENCIAS	49
5	CONCLUSÃO GERAL	53

ANEXOS	54
ANEXO A – Normas do periódico: Pan-American Journal of Aquatic Sciences (PANAMJAS)	55

1. INTRODUÇÃO GERAL

Tilapia é o nome comum dado a um grupo de ciclídeos africanos, pertencentes aos gêneros *Oreochromis* Günther, 1889, *Coptodon* Gervais, 1848 (= *Tilapia* Smith, 1840) e *Sarotherodon* Rüppell, 1852. São espécies de grande interesse econômico e foram introduzidas globalmente, na década de 30, para controle de insetos e plantas aquáticas, isca para pesca, alimento para peixes em sistemas de aquacultura, aquariofilia e aumento de pesca em reservatório (Canonico *et al.* 2005). A produção de tilápia tornou-se o setor da aquacultura mundial com crescimento mais rápido, superando em duas vezes o desenvolvimento de salmão e carpa (Deines *et al.* 2016). *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) foi introduzida no nordeste do Brasil para controle de algas e macrófitas, com rápida expansão de produção a partir de 1996, tornando-se a espécie peixe mais cultivada no Brasil desde 2002 (Boscardin, 2008).

A tilapicultura no Brasil é baseada principalmente em produções de regime semi-intensivo e intensivo, como caracterizados por Borghetti & Teixeira da Silva (2008):

- semi-intensivo: onde são utilizados tanques escavados, geralmente adubados, com arraçamento constante, podendo acumular nutrientes e resíduos nos viveiros. Para remoção da carga acumulada, utiliza-se o aumento de vazão ou aeradores artificiais.

- intensivo: difere do anterior pela maior densidade de estocagem. Tem como exemplo os tanques-rede, estruturas de telas que retêm os peixes, permitindo troca completa de água e o arraçamento diário possibilita produção com alta densidade.

Apesar da renovação constante de água, os tanques-rede podem contribuir com depósitos de restos alimentares e fezes abaixo das gaiolas, influenciando na qualidade da água (Sipaúba *et al.* 2016). Além disso, o aumento do número de peixes em confinamento contribui com a infestação por ectoparasitos (Tavares-Dias *et al.* 2001; Marengoni, 2006; Lizama *et al.* 2007; Marengoni *et al.* 2009; Akoll *et al.* 2012).

Os monogenóides estão entre os principais ectoparasitos de tilápias, promovendo grandes problemas em piscicultura devido ao seu ciclo de vida monoxeno e à rápida reprodução (Thoney e Hargis, 1991; Takemoto *et al.* 2004). Estes helmintos são hermafroditas, ovíparos, com um único ovo, com larva infectante livre-natante conhecida como oncomiracídeo (Öztürk & Ahmet Özer, 2014). Podem ser encontrados nas brânquias, pele, cavidades nasais, sendo alguma espécie endoparasitas localizados no estômago e sistema urinário dos peixes (Pariselle & Euzet, 2009). A principal ação patogênica ocorre quando esses parasitos se fixam nas brânquias (Takemoto *et al.* 2004). Em infestações intensas promovem lesões, podendo provocar aumento de muco, hiperplasias nos

filamentos branquiais, emagrecimento, levando o peixe à morte (Luque, 2004). Quando em infestações menos intensas, as pequenas lesões nos tecidos branquiais tornam-se entrada para infecções secundárias (Luque, 2004). Entretanto, em ambiente natural, os monogenóides normalmente estão bem ajustados ao seu hospedeiro, causando poucos efeitos à saúde dos peixes (Thoney & Hargis, 1991).

As famílias de Monogenoidea mais relatadas em estudos com peixes dulceaquícolas de vida livre ou em confinamentos são Gyrodactylidae Cobbold, 1864, Dactylogyridae Bychowsky, 1933 e Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937 (Öztürk & Ahmet Özer, 2014). Cinco gêneros de Ancyrocephalidae são comuns aos ciclídeos africanos, sendo eles: *Cichlidogyrus* Paperna, 1960, *Scutogyrus* Pariselle e Euzet, 1995, *Insulacleidus* Rakotofi ringa & Euzet, 1983 e *Onchobdella* Paperna, 1968, parasitos branquiais, e *Enterogyrus* Paperna, 1963, parasito estomacal (Pariselle & Euzet, 2009). *Cichlidogyrus* e *Scutogyrus* ocorrem nas brânquias de *O. niloticus*, tanto em ambiente natural quanto em pisciculturas africanas (Boungou *et al.* 2008; Akoll *et al.* 2011; El Seify *et al.* 2011; Tombi *et al.* 2014; Blahoua *et al.* 2016) e brasileiras (Ranzani-Paiva *et al.* 2005; Ghiraldelli *et al.* 2006; Graça & Machado, 2007; Lizama *et al.* 2007; Martins *et al.* 2010; Jerônimo *et al.* 2011; Pantoja *et al.* 2012; Bittencourt *et al.* 2014; Martins *et al.* 2014; Zago *et al.* 2014,). Em pisciculturas brasileiras, apenas as espécies *Cichlidogyrus sclerosus* Paperna e Thurston, 1969, *C. thurstonae* Ergens, 1981, *C. halli* (Price & Kirk, 1967), *C. tilapiae* Paperna, 1960 e *Scutogyrus longicornis* (Paperna & Thurston, 1969) foram registradas em *O. niloticus* (Lizama *et al.* 2007; Jerônimo *et al.* 2011; Pantoja *et al.* 2012; Martins *et al.* 2014 e Zago *et al.* 2014).

Os monogenóides que parasitam as brânquias de peixes representam importante ferramenta para estudos ecológicos (Tombi *et al.* 2016). A ecologia de parasitos de peixes disponibiliza informações não apenas sobre a relação parasito-hospedeiro, mas também sobre o ambiente, uma vez que fatores bióticos e abióticos afetam tanto o hospedeiro como os parasitos (Esch *et al.* 1990; Ferrari-Hoeinghaus *et al.* 2006). O equilíbrio resultante dessa relação é estabelecido por elementos fisiológicos como reações imunes do hospedeiro, necessidades nutricionais do parasita, e ecológicos, por exemplo fatores de risco, comportamento do hospedeiro e do parasito, e das fases do parasito (Lambert e Gharbi, 1995).

Pela razão dos parasitos possuírem vários estágios de vida, alguns termos utilizados em ecologia tradicional tornam-se confusos na ecologia parasitária. Para padronizá-los Bush *et al.* (1997) realizaram uma revisão, definindo: infrapopulação como todos os indivíduos de uma espécie parasita em um único hospedeiro, em um determinado

tempo; suprapopulação referindo-se a todas as fases de uma espécie parasita em determinado local e tempo; infracomunidade como todas as infrapopulações em um único hospedeiro; comunidade componente inclui as infrapopulações de espécies parasitas associadas a uma população hospedeira, em um determinado local e tempo; supracomunidade para todas as suprapopulações.

O estudo da comunidade componente permite compreender a composição e a estrutura e entender os processos envolvidos na sua organização. Pode ser um estudo descritivo, onde é necessário uma lista das espécies e bundância de cada população, ou um estudo mecanicista para avaliar como a comunidade encontra-se organizada (Bush *et al.* 2001). Fatores ambientais, variação no tempo de retenção e características físicas e químicas da água, as condições biológicas dos hospedeiros e as alterações temporais devem ser consideradas (Esch *et al.* 1990; Ferrari-Hoeinghaus, 2006). Outro ponto a ser avaliado no estudo de comunidades é a interação entre as espécies parasitárias, reconhecendo a dependência entre os parasitos e o tipo de associação, positivas ou negativas (Bush *et al.* 2001).

Nesse contexto, verificou-se que pouca atenção foi direcionada à dinâmica de populações e à composição e estrutura da comunidade componente de ancyricefalídeos em brânquias de espécimes de *O. niloticus* criados em diferentes sistemas, no Brasil. Desta forma, o presente trabalho foi elaborado objetivando estudar a comunidade componente de Ancyrocephalidae, nas brânquias de *O. niloticus* em pisciculturas com sistemas semi-intensivo e intensivo, no norte do Estado do Paraná, visando:

- ✓ identificar as espécies e analisar as suas populações nas brânquias de *O. niloticus*;
- ✓ avaliar a composição e a estrutura da comunidade componente de ancyrocephalídeos nas brânquias de *O. niloticus*.

De forma a testar as seguintes hipóteses:

1. A composição e a estrutura da comunidade componente de monogenóideos variam em diferentes períodos do ano;
2. A comunidade componente de Ancyrocephalidae afeta a condição de *O. niloticus*.
3. A comunidade componente de Ancyrocephalidae de adultos de *O. niloticus* difere em composição e estrutura conforme o sistema de criação.

Com os resultados obtidos, foram elaborados três artigos apresentados em três capítulos. O primeiro tem como título "Temporal variation of Monogenoidea Bychowsky,

1937 component community in the gills of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in fish farming in northern Parana state, Brazil". Este artigo foi publicado no periódico Pan-American Journal of Aquatic Sciences (PANAMJAS), Qualis Capes quadriênio 2013-2016 na área Biodiversidade: B3. Os demais artigos e partes textuais acompanham as normas do Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina.

Referências bibliográficas

AKOLL, P., FIORAVANTI, M. L. KONECNY, R., SCHIEMER, F. Infection dynamics of *Cichlidogyrus tilapiae* and *C. sclerosus* (Monogenea, Ancyrocephalinae) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) from Uganda. **Journal of Helminthology**, p.1-9, 2011.

AKOLL, P., KONECNY, R., MWANJA, W. M., NATTABI, J. K., AGOE, C., SCHIEMER, F. Parasite fauna of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) in Uganda. **Parasitology Research**. 110, p.315-323, 2012.

BLAHOVA, G. K., YAO, S. S., ETILÉ, R. N., N'DOUBA, V. Distribution of gill Monogenean parasites from *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) in man-made Lake Ayamé I, Côte d'Ivoire. **African Journal of Agricultural Research**, 11, 2, p.17-129, 2016.

BITTENCOURT, L. S., PINHEIRO, D. A., CÁRDENAS, M. Q., FERNANDES, B.M., TAVARES-DIAS, M. Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, 23, 1, p 44-54, 2014.

BORGHETTI, J. R., TEIXEIRA DA SILVA, U. A. Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. *In: Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer*. Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (Eds.).FAO, Brasília. p. 73-94., 2008.

BOSCARDIN, N. D. A produção aquícola brasileira. *In: Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer*. Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (Eds.).FAO, Brasília, p. 27-72, 2008.

BOUNGOU, M., KABRE, G. B., MARQUES, A., SAWADOGO, L. Dynamics of population of five monogeneans of *Oreochromis niloticus* Linné, 1758, in the Dam of Loumbila and possible interest in intensive pisciculture. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 11,10, p. 1317-1323, 2008.

Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W.. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **Journal Parasitology**, 83, 4, p. 575-583, 1997

BUSH, A. O., FERNÁNDEZ, J. C., ESCH, G. W., SEED, J. R. **Parasitism: The diversity and ecology of animal parasites**. Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

CANONICO, G., C., ARTHINGTON, A., MCCRARY, J. K., THIEME, M. L. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**, 15, p. 463-483, 2005.

DEINES, A.M., WITTMANN, M.E., DEINES, J. M., LODGE, D. M. Tradeoffs among ecosystem services associated with global tilapia introductions. **Reviews in Fisheries**

Science & Aquaculture, 24, 2. p. 178-191, 2016.

EL-SEIFY, M. A., ZAK, M. S., DESOUKY, A. R. Y., ABBAS, H. H., HADY, O. K. A., ZAID, A. A. A. Seasonal variations and prevalence of some external parasites affecting freshwater fishes Reared at Upper Egypt. **Life Sciences Journal**, 8, 3, p. 397-400, 2011.

ESCH, G. W., SHOSTAK, A. W., MARCOGLIESE, D. J., GOATER, T. M. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview.. *In: Parasite Communities: Patterns and Processes*. Esch, G. W., Bush, A.O. & Aho, J. (Eds). Chapman and Hall, New York, 1990. p. 1-19

FERRARI-HOEINGHAUS, A. P., TAKEMOTO, R. M., OLIVEIRA, L. C., MAKRAKIS, M.C., BAUMGARTNER, G.. Host-parasite relationships of monogeneans in gills of *Astyanax altiparanae* and *Rhamdia quelen* of the São Francisco Verdadeior River, Brazil. **Parasite**, 13, p. 315-320, 2006

GHIRALDELLI, L., MARTINS, M. L., JERÔNIMO, G. T., YAMASHITA, M.M., ADAMANTE, W. B. Ectoparasites communities from *Oreochromis niloticus* cultivated in State of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 1, 2, p.181-190, 2006.

GRAÇA, R. J., MACHADO, M. H. Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29, 3, p. 321-326, 2007.

JERÔNIMO, G. T., SPECK, G. M., CECHINEL, M. M., GONÇALVES, E. L.T. & MARTINS, M. L. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 71, 3, p. 365-373, 2011.

LAMBERT, A., GHARBI, S. E. Monogenean host specificity as a biological and taxonomic indicator for fish. **Biological Conservation**, 72, p. 227-235. 1995.

LIZAMA, M. A. P., TAKEMOTO, R. M., RANZANI-PAIVA, M. J. T., AYROZA, L. M. S. & PAVANELLI, G. C. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29, 2, p. 223-231, 2007.

LUQUE, J. L. Biologia, epidemiologie e controle de parasitos de peixes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 13, p. 161-164, 2004.

MARENGONI, N. G. Production of the Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Chitralada Strain) reared in cages with diferente stocking densities. **Archivos de Zootecnia**, 55, 210, p.127-138, 2006.

MARENGONI, N. G., SANTOS, R.S., GONÇALVES-JÚNIOR, A.C., GINO, D.M., ZERBINATTI, D.C.P., LIMA, F.S. Monogenoidea (Dactylogyridae) em tilápias-do-nilo cultivadas sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 61, 2, p.393-400, 2009.

MARTINS, M. L., AZEVEDO, T. M. P., GHIRALDELLI, L., BERNARDI, N. Can the parasitics fauna on Nile tilapias be affected by diferent production systems? **Animals of the Brazilian Academy of Saciences**, 82, 2, p.493-500, 2010.

MARTINS, M. L., SÁ, A. R. S., JERÔNIMO, G. T., TANCREDO, K. R., GONÇALVES, E. L. T., BAMPI, D., SPECK, G. M., SANDIN, A. M. Microhabitat preference and seasonality of gill monogeneans in Nile Tilapia reared in Southern Brazil. **Neotropical Helminthology**, 8,1, 47-58, 2014.

ÖZTÜRK, T., ÖZER, A. Monogenean fish parasites, their host preferences and seasonal distributions in the Lower Kizilirmak Delta (Turkey). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 14, 367-378, 2014.

PANTOJA, W. M. F., NEVES, L. R., DIAS, M. K. R., MARINHO, R. G. B., MONTAGNER, D., TAVARES-DIAS, M. Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. **Revista MVZ Córdoba**, 17,1, p. 2812-2819, 2012.

PARISELLE, A., EUZET, L. Systematic revision of dactylogyridean parasites (Monogenea) from cichlid fishes in Africa, the Levant and Madagascar. **Zoosystema**, 31, 4, p.849- 898, 2009.

RANZANI-PAIVA, M. J. T., FELIZARDO, N. N., LUQUE, J. L. Parasitological and hematological analysis of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757 from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 27, 3, p. 231-237. 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., MILLAH, R. N. M., MILSTIEN, A. Limnology of an integrated cage-pond aquaculture farm. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 28, 2016.

TAKEMOTO, R. M., LIZAMA, M. A. P., GUIDELLI, G.M., PAVANELLI, G.C. Parasitos de peixes de águas continentais. *In*: RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M., LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de Organismos Aquáticos**. São Paulo: Varela, 2004, p. 179-198.

TAVARES-DIAS, M., MORAES, F. R., MARTINS, M. L., KRONKA, S. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pagues” do município de Franca, São Paulo, Brasil. II Metazoários. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18, p.81-85, 2001.

THONEY, D. A. & HARGIS, W. J. JR. Monogenea (Platyhelminthes) as hazards for fish in confinement. **Annual Review of Fish Diseases**. p.133-153, 1991.

TOMBI, J., AKOUMBA, J. F., BILONG BILONG, C. F. The monogenean community on the gills of *Oreochromis niloticus* from Melen fish station in Yaounde, Cameroon. **International Journal of Modern Biological Research**, 2, p.16-23, 2014.

TOMBI, J., SANDJE, S. S. B, AKOUMBA, F. A., BILONG-BILONG, F. C. Ecology of three monogenean ectoparasites of *Barbus camptacanthus* (Teleostei: Cyprinid) from the Kounkoum River, Cameroon. **Journal of Applied Biosciences**, 101, p.9661-9668. 2016.

ZAGO A. C., FRANCESCHINI, L., GARCIA, F., SCHALCH, S. H. C., GOZI, K. S., SILVA, R. J. Ectoparasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage farming in a hydroelectric reservoir in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, 23, 2, p.171-178. 2014.

CAPÍTULO 1.

Temporal variation of Monogenoidea Bychowsky, 1937 componente community in the gills of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in fish farming in northern Parana state, Brazil.

Yvana C. T. de Britto^{1, 2}& Ângela T. Silva-Souza^{1*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Laboratório de Ecologia de Parasitos de Organismos Aquáticos. Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380, s/n, Campus Universitário, Londrina, PR, Brazil. CEP 86057 -970. Londrina, Paraná, Brazil

² Faculdades Integradas de Ourinhos (FIO), Rodovia BR 153, Km 338+450m, Bairro Água do Cateto, Ourinhos, SP, Brazil.

*Corresponding author: ateresa09@yahoo.com.br

Abstract. The present study assessed the temporal variations of the Monogenoidea component community structure in the gills of adults of *Oreochromis niloticus* and of the population indices of each species, as well as, the associations between species and the occurrence of reproduction in each analyzed tank. Eighty-five specimens of *O. niloticus* collected in April, August and November 2010 and February 2011 from excavated tanks in a Fish Culture Station located in northern Parana state, Brazil, had their gills analyzed. A total of 1261 Monogenean parasites of six Ancyrocephalidae species, all of African origin, were found, with *Cichlidogyrus sclerosus* as dominant species. This is the first report of *Cichlidogyrus rognoni* in Brazil. All parasite species presented the highest mean values of prevalence and abundance in April and November and the lowest values in August and February. Temporal variation of mean intensity differed between species; community structure also varied, presenting the lowest values in August. Positive correlation was observed between species abundance and richness. The species assessed were positively associated and presented individuals with eggs during all or part of the study period.

Keywords: Ancyrocephalidae; parasitism; Cichlidae; fish; Tilapia farming

Resumo. Variação Temporal da comunidade componente de Monogenoidea Bychowsky, 1937 das brânquias de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) em piscicultura no norte do Paraná, Brasil. Analisou-se as variações temporais da estrutura da comunidade componente de Monogenoidea das brânquias de adultos de *Oreochromis niloticus* e dos índices populacionais de cada espécie que a compõe, o tipo de associações entre as espécies e a ocorrência de reprodução no tanque estudado. Foram examinadas as brânquias de 85 exemplares de *O. niloticus*, coletados nos meses de abril, agosto e novembro de 2010 e fevereiro de 2011 em tanque escavado de uma Estação de Piscicultura no norte do Estado do Paraná, Brasil. Foram encontrados 1261 monogenóideos de seis espécies de Ancyrocephalidae, todas de origem africana, sendo *Cichlidogyrus sclerosus* a dominante. Destaca-se, neste trabalho, o primeiro registro de *Cichlidogyrus rognoni* no Brasil. Todas as espécies apresentaram os mais altos valores de prevalência e abundância média em abril e novembro e os menores em agosto e fevereiro. A variação temporal da intensidade média diferiu entre as espécies. A estrutura da comunidade componente também variou, sendo os menores valores obtidos em agosto. Correlação positiva foi constatada entre abundância e riqueza. As espécies estavam positivamente associadas e tinham indivíduos com ovo durante todo ou parte do período do estudo.

Palavras-chave: Ancyrocephalidae; parasitismo; Cichlidae; peixe; tilapicultura

Introduction

Originally from Africa, *Oreochromis niloticus* was introduced in Brazil by the Department of Agriculture of Sao Paulo State in 1952 to restrain the proliferation of aquatic algae and macrophytes in dams (Boscardin, 2008). In 1971, the National Department of Works Against Drought (DNOCS) conducted a new introduction of *O. niloticus* aiming to produce fingerlings for stocking public water reservoirs in the northeast region of the country and to promote fish farming (Borghetti & Teixeira da Silva, 2008). As of 2002, this species has become the most cultivated in fish farms in several states and is currently farmed throughout the country (Boscardin, 2008; Borghetti & Teixeira da Silva, 2008).

Among Cichlidae, the species of *Oreochromis* Günther, 1889, *Coptodon* Gervais, 1848 (= *Tilapia* Smith, 1840), and *Sarotherodon* Rüppell, 1852 comprise the groups of hosts that exhibit the most diverse and complex parasite communities (Pouyaud *et al.* 2006). In Africa, Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937 (Monogenoidea Bychowsky, 1937) is the most representative family of gill parasites of these cichlids, and the species that infest the gills of *O. niloticus* are distributed in two genera: *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 and *Scutogyrus* Pariselle and Euzet, 1995 (Pariselle, 1995; Pariselle & Euzet, 2009).

Only the African species *Cichlidogyrus sclerosus* Paperna and Thurston, 1969, *C. thurstonae* Ergens, 1981, *C. halli* (Price & Kirk, 1967), *C. tilapiae* Paperna, 1960, and *Scutogyrus longicornis* (Paperna & Thurston, 1969) have been recorded infesting the gills of *O. niloticus* specimens farmed in different Brazilian states (Lizama *et al.* 2007, Jeronimo *et al.* 2011, Pantoja *et al.* 2012, Martins *et al.* 2014, and Zago *et al.* 2014). Such records confirm that *O. niloticus* has brought along part or all of its native parasites, as preconized by Galli *et al.* (2005) and Lacerda *et al.* (2012) regarding the introduction of this species in Brazil. Nevertheless, quantitative data and evaluation of the population dynamics of these parasites in *Oreochromis niloticus* specimens cultured in Brazilian continental waters are still scarce.

In this context, the present study assessed the temporal variation of population indices of each species of Monogenoidea in the gills of adults of *Oreochromis niloticus* farmed in excavated tanks, as well as, of their component community structure. Associations between pairs of species and the occurrence of reproduction in each analyzed tank were also studied.

Materials and Methods

Eighty-five adult individuals of *Oreochromis niloticus*, sexually reverted, donated by a Fish Culture Station located in the municipality of Londrina, Parana state, Brazil (51°12'30,1'' W, 23°19'17,2'' S) were analyzed. These fish were caught using cast nets or trawls in a 1000 m² water surface pond, weighed (body mass - Wt - in grams) on analytical balance, and measured (total length - Lt - in centimeters) using an ichthyometer. The following numbers of *O. niloticus* with their respective mean total length (Lt) in centimeters (cm) and mean body mass (Wt) in grams (g) were analyzed: April 2010 - 20 specimens (Lt = 26.94 ±2.73 and Wt = 408.19 ±99.88); August 2010 - 20 specimens (Lt = 31.91 ±2.90 and Wt = 746.07 ±218.91); November 2010 - 20 specimens (Lt = 28.90 ±3.88 and Wt = 464.70 ±181.13); February 2011 - 25 specimens (Lt = 25.42 ±2.88 and Wt = 339.45 ±125.25).

The gills of each fish were removed and examined in detail under magnification using a stereoscopic microscope. The monogenoidean parasites collected were fixed in A.F.A solution (acetic acid, formaldehyde, and 70% ethyl alcohol), preserved in 70% alcohol, clarified in Gray & Wess or stained with Gomori trichrome, and placed singly on a histological slide (Amato *et al.* 1991; Eiras *et al.* 2000). Each individual was identified according to the descriptions by Paperna (1964), Paperna & Thurston (1969), Ergens (1981), Douëllou (1993), Pariselle & Euzet (1995), Pariselle *et al.* (2003) and the determination key proposed by Pariselle & Euzet (2009).

Individuals of each species were counted and then the population measures of Prevalence (P%), Mean Intensity (MI), and Mean Abundance (MA) were calculated (Bush *et al.* 1997). Relative abundance, corresponding to the proportion of parasites of each species in the total collected in each month of the study, was also calculated.

Parasites with eggs were counted to determine the relative frequency, given in percentage, in each month of the study in order to evaluate the probable reproductive period of each species. To evaluate the component community structure of Monogenoidea in the gills of *O. niloticus* specimens, richness, total abundance, and Brillouin Diversity and Berger-Parker Dominance indices (Von Zuben & Nering, 2010), were considered for each month and total of the study. The values of these indices were calculated and compared using the Past 3.0 software.

Associations between pairs of species were assessed through the application of the Chi-square test with data displayed in 2x2 contingency table (Ludwig and Reynolds, 1988; Valentin, 2000) using:

- a:** number of hosts in which both species occurred;
- b:** number of hosts in which only species A occurred;
- c:** number of hosts in which only species B occurred;
- d:** number of hosts in which neither species occurred;

Positive or negative associations were assessed by calculating the value expected for **a**, [E(**a**)], applying the formula: $E(\mathbf{a}) = \frac{(\mathbf{a}+\mathbf{b})(\mathbf{a}+\mathbf{c})}{\mathbf{N}}$, where **N** corresponds to the total number of analyzed hosts. If the value of **a** is greater than expected [E(**a**)], the association is positive, that is, the two species occur simultaneously more often than they occur separately. If the value of **a** is lower than [E(**a**)], the association is negative, that is, although the species occur simultaneously in some cases, they occur more frequently

separately than simultaneously.

The possible correlation between richness and abundance of parasites was tested using the Spearman's rank correlation coefficient "rs" (Zar, 1996).

The following measures with the respective standard deviations were also calculated: number of hosts that contained infracommunities with different numbers of species, percentage of these infracommunities in the total number of hosts (relative proportion), and total and mean numbers of parasites in the different infracommunities. Infracommunity was considered as all species of Monogenoidea found in the gills of each individual host and the component community comprised all infracommunities of the total of hosts at a given location and time (Bush and Holmes, 1986; Esch *et al.* 1990; Bush *et al.* 1997).

All statistical analyses and calculations were performed using GraphPad InStat 3.05 and a 5% level of significance was adopted. Individuals representative of each species were deposited in the Helminthological Collection of Osvaldo Cruz Institute (CHIOC), Rio de Janeiro, Brazil (CHIOC 38422, 38426, 38429, 38433, 38439, 38440).

Results

The component community of Monogenoidea infesting the gills of the *O. niloticus* specimens analyzed was composed of the following species of Ancyrocephalidae: *Cichlidogyrus sclerosus*, *C. rognoni* Pariselle, Bilong Bilong and Euzet, 2003, *C. thurstonae*, *C. tilapiae*, and *Scutogyrus longicornis* during all months of the study. In November 2010, *C. halli* was also present. Thus richness was as follows: five in April and August 2010 and in February 2011, and six in November 2010 (Figure 1; Tables I and II).

Of the 1261 Ancyrocephalidae specimens collected, 544 (43.1%) were *C. sclerosus*; 329 (26.0%), *C. rognoni*; 173 (13.7%), *C. thurstonae*; 135 (10.7%), *C. tilapiae*; 74 (6.0%), *S. longicornis*; and six (0.5%) were *C. halli* (Figure 1).

In April, 86.9% of the Ancyrocephalidae specimens infesting the gills of *O. niloticus* corresponded to *C. sclerosus* and *C. rognoni*, with *C. sclerosus* as dominant species (Figure 1). The same was verified in August, when these two species comprised 93.4% of the collected parasites (Figure 1). In November, although *C. sclerosus* had remained as dominant species, it comprised only 39.2% of the parasites, whereas *C. rognoni* corresponded to 20.6%, *C. thurstonae* to 17.8%, and *C. tilapiae* to 15.3% (Figure 1). However, it is worth noting that *C. rognoni* was the dominant species in February, with *C. thurstonae* corresponding the second abundant species with 20.3% of the observed parasites, and only 12.5% belonged to the *C. sclerosus* (Figure 1).

Analysis of the population indices showed differences between the relative abundance values observed for each species in the component community of Ancyrocephalidae found in the gills of *O. niloticus* specimens (Figure 1; Table I). The highest prevalence values were observed in specimens parasitized by *C. sclerosus* and *C. rognoni*, whereas the lowest value was verified in hosts of *C. halli* (Table I). With respect to prevalence, temporal variation was similar for the Ancyrocephalidae species, except for *C. halli*, which was observed only in November. The highest values were registered in April and November and the lowest in August and February. The same was verified for the mean abundance values of all parasites (Table I). Nevertheless,

temporal variation of mean intensity differed between species (Table I): *Cichlidogyrus sclerosus* showed unchanged mean intensity from April to November 2010 ($p>0.05$) but presented the lowest value ($p<0.05$) in February 2011 (Table I), whereas *C. rognoni* showed a decrease in August ($p<0.05$), an increase in November ($p<0.05$), and remained unchanged in February ($p>0.05$). As for *Cichlidogyrus thurstonae* and *C. tilapiae*, the highest mean intensity values were observed in November ($p<0.05$), with a reduction in February ($p<0.05$) (Table I). Only *S. longicornis* did not have its mean intensity values altered throughout the study months ($p<0.05$) (Table I).

Cichlidogyrus rognoni was the only parasite species with individuals with egg in all months of the study, with higher percentages verified in August and November 2010 (Figure 2). Among the *C. sclerosus* parasites observed in the gills of *O. niloticus* specimens captured in April 2010, only one individual (0.6%) contained egg. August and November also presented the highest rates (16.7% and 21.2%, respectively) of *C. sclerosus* individuals with egg (Figure 2). Occurrence of *C. tilapiae* individuals with egg was equally verified in August and November, whereas *C. thurstonae* and *S. longicornis* presented individuals with egg only in November (Figure 2).

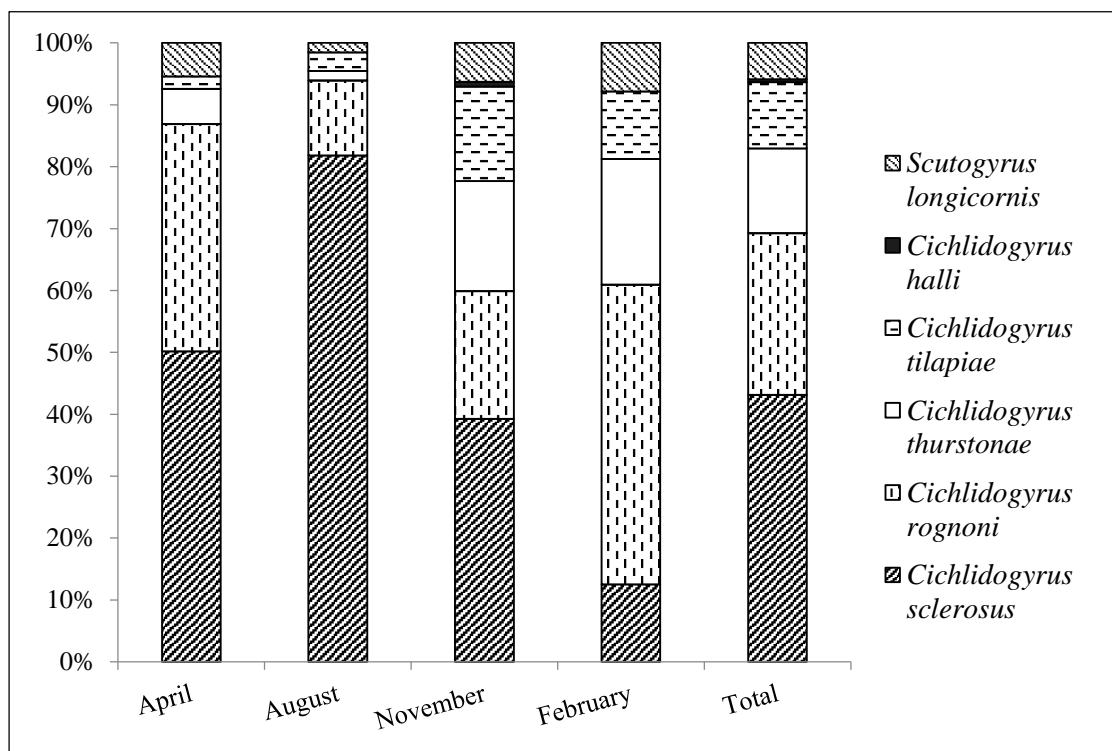


Figura 3. Temporal variation of relative abundance for each species of the component community of Ancyrocephalidae species in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens collected from a fish tank in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011.

Although in August the component community composition was the same as in April and February, the structure was quite altered, showing low total abundance, the lowest Brillouin Diversity index, and the highest Berger-Parker Dominance index (Table II), with *C. sclerosus* as dominant species (Figure 1). In November, when the highest total abundance was obtained, both the composition and structure of the component community were again altered, mainly by the presence of *C. halli* and by the higher and lower

values of diversity and dominance, respectively (Table II). In contrast, in February, although total abundance was similar to that obtained in August, the diversity and dominance indices were similar to those observed in April and November (Table II), with *C. rognoni* as dominant species (Figure 1).

Most (77%) of the parasitized *O. niloticus* specimens presented co-occurrence of *C. sclerosus* and *C. rognoni*. Co-occurrence of *C. tilapiae* and *S. longicornis* was observed in a smaller proportion of hosts (Table III). However, all pairs of species were positively associated, ($a > E_a$), that is, species occurred simultaneously in a larger number of hosts than they occurred separately.

Table V. Temporal variation of Prevalence (P), Mean Intensity (MI), and Mean Abundance (MA) of Ancyrocephalidae species found in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens in fish farming in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011.

Species	April			August			November			February			Total		
	P (%)	MI±s (min - max)	MA±s (min - max)	P (%)	MI±s (min - max)	MA±s (min - max)	P (%)	MI±s (min - max)	MA±s (min - max)	P (%)	MI±s (min - max)	MA±s (min - max)	P (%)	MI±s (min - max)	MA±s (min - max)
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	90	9.8 ±10.2 (1-35)	8.8 ±10.1 (0-35)	25	10.8 ±11.2 (1-27)	2.7 ±7.0 (0-27)	100	15.3 ±12.3 (3-49)	15.3 ±12.34 (3-49)	8	2.6 ±1.3 (1-4)	0.4 ±1.1 (0-4)	52	12.1 ±11.3 (1-49)	6.4 ±10.2 (0-49)
<i>Cichlidogyrus rognoni</i>	95	6.8 ±4.7 (1-20)	6.5 ±4.8 (0-20)	25	1.6 ±1.3 (1-4)	0.4 ±0.9 (0-4)	90	8.9 ±7.7 (1-24)	8.0 ±7.73 (0-24)	20	4.7 ±4.5 (1-13)	1.2 ±2.9 (0-13)	55	6.9 ±6.1 (1-24)	3.8 ±5.7 (0-24)
<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>	40	2.5 ±1.8 (1-6)	1.0 ±1.7 (0-6)	5	1.0	0.1 ±0.2 (0-1)	70	9.9 ±10.8 (1-34)	6.9 ±10.1 (0-34)	12	3.3 ±2.2 (1-6)	0.5 ±1.5 (0-6)	31	6.3 ±8.4 (1-34)	2.1 ±5.6 (0-34)
<i>Cichlidogyrus tilapiae</i>	30	1.2 ±0.4 (1-2)	0.4 ±0.6 (0-2)	10	1.0	0.1 ±0.3 (0-1)	60	10.0 ±13.8 (1-41)	6.0 ±11.7 (0-41)	8	3.5 ±2.1 (2-5)	0.3 ±1.1 (0-5)	26	6.0 ±10.7 (1-41)	1.6 ±6.1 (0-41)
<i>Cichlidogyrus halli</i>	-	-	0	-	-	0	20	1.5 ±1.0 (1-3)	0.3 ±0.7 (0-3)	-	-	0	5	1.5 ±1.0 (1-3)	0.1 ±0.4 (0-3)
<i>Scutogyrus longicornis</i>	65	1.5 ±0.7 (1-3)	1.0 ±0.9 (0-3)	5	1.0	0.1 ±0.2 (0-1)	65	3.8 ±3.3 (1-11)	2.5 ±3.2 (0-4)	8	1.7 ±1.2 (1-3)	0.2 ±0.7 (0-3)	34	2.6 ±2.4 (1-11)	0.9 ±1.9 (0-11)

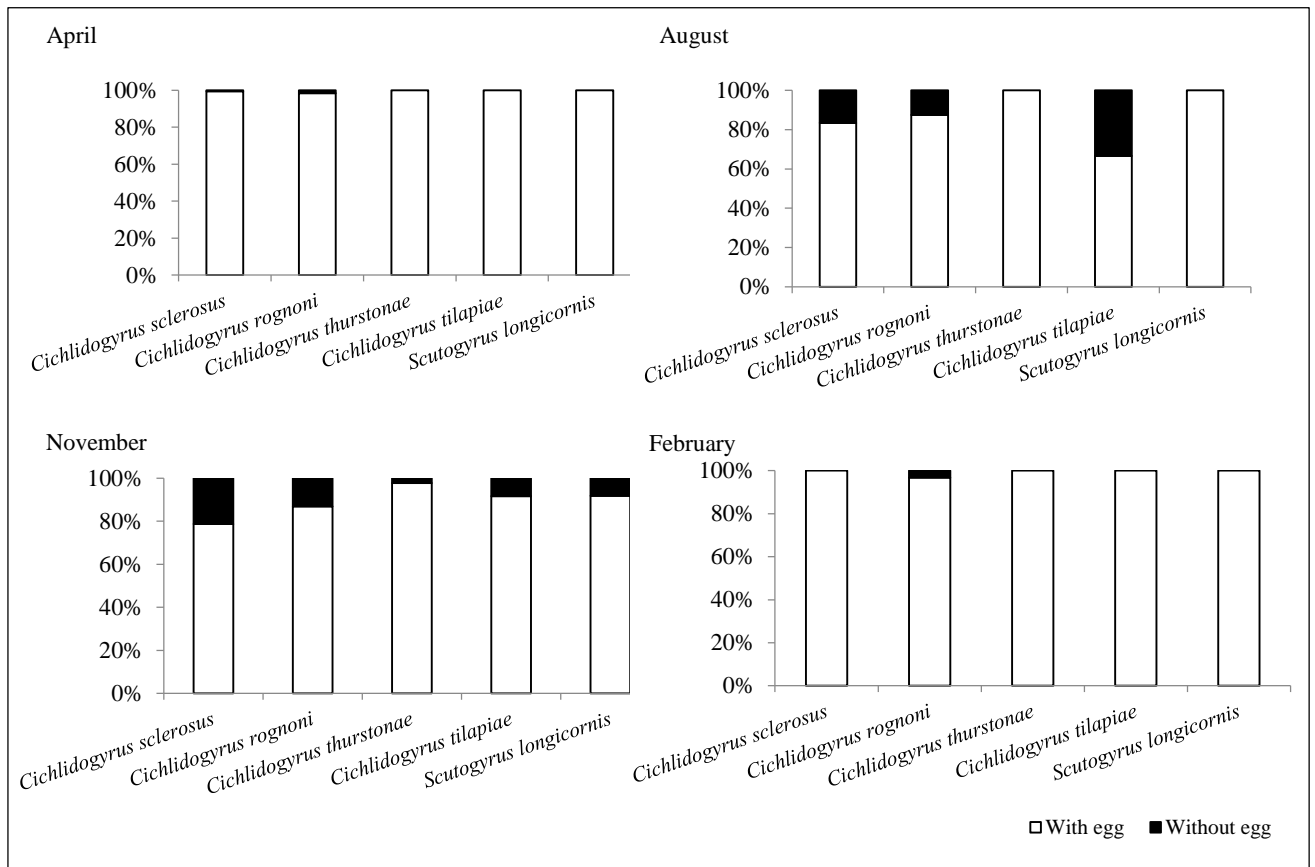


Figure 2. Temporal variation of Relative Frequency of individuals with egg for each species of the Ancyrocephalidae component community in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens collected in fish tanks in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011.

Table VI. Temporal variation of the component community structure of Ancyrocephalidae species found in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens in fish farming in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011.

	April	August	November	February	Total
Richness	5	5	6	5	6
Total abundance	351	66	780	64	1261
Brillouin Diversity Index	1.09	0.57	1.48	1.26	1.40
Berger-Parker Dominance Index	0.50	0.82	0.39	0.48	0.43

It was possible to observe that the higher the infracommunity richness, the greater the parasite abundance ($r=0.745$ and $p<0.0001$). The same was verified with respect to the mean number of parasites per infracommunity (Table IV). However, only three infracommunities (5.8%) were composed of the six species found, with abundance equal to 146 but mean of parasites equal to those of infracommunities comprising five species ($p=0.773$). Five hosts presented infracommunity containing one to five individuals of a single species (Table IV). Most of the infracommunities (69.3%) were composed of two to four species, with total abundance of 680 parasites, corresponding to 53.9% of the Ancyrocephalidae

species collected.

Table VII. Relative frequency (%) of *Oreochromis niloticus* specimens where simultaneous occurrence of pairs of Ancyrocephalidae species was observed in the gills of specimens collected from fish tanks in northeastern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011.

	<i>Cichlidogyrus rognoni</i>	<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>	<i>Cichlidogyrus tilapiae</i>	<i>Scutogyrus longicornis</i>
<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	77	54	40	57
<i>Cichlidogyrus rognoni</i>	-	49	44	58
<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>	-	-	45	53
<i>Cichlidogyrus tilapiae</i>	-	-	-	34

Table VIII. Richness, number of hosts (N), relative proportion (%), total number of parasites, and mean number of parasites per fish, with standard deviation and minimum and maximum values (min-max) of Ancyrocephalidae infracommunities found in the gills of *Oreochromis niloticus* specimens collected in a fish tank in northern Parana state, Brazil, from April 2010 to February 2011.

Richness	1	2	3	4	5	6
N	5	11	12	13	8	3
Relative proportion	9.6	21.2	23.1	25.0	15.4	5.8
Total number of parasites	11	124	155	401	414	146
Mean number of parasites per fish	2.2±1.8	11.3±8.1	12.9±11.1	30.8±28.1	51.8±42.8	48.7±22.3
(min -max)	(1-5)	(2-28)	(5-45)	(8-116)	(15-140)	(23-63)

Discussion

According to Paperna (1996), Pariselle & Euzet (2009), Pariselle *et al.* (2011), and Vanhove *et al.* (2016), Ancyrocephalidae species present high host specificity, with *Cichlidogyrus* comprising the genus with the largest number of species infesting African tilapia cichlids.

Monoxene parasites, such as monogenoideans, are easily introduced along with their hosts, and the worldwide distribution of *O. niloticus* has contributed to the dispersion of their parasites (Vanhove *et al.* 2016). In South America, the African species *C. sclerosus* and *C. tilapiae* were recorded for the first time in the early 1970s in Colombia, parasitizing *O. mossambicus* (Peters, 1852) (Kritsky & Thatcher, 1974).

In this study, all six species of the component community of Monogenoidea found in the gills of *O. niloticus* specimens are of African origin (Douëllou, 1993, Pariselle, 1995, Boungou *et al.* 2008, Pariselle & Euzet, 2009, Akol *et al.* 2011, El-Seify *et al.* 2011, Tombi *et al.* 2014, and Blahoua *et al.* 2016). Similar results were observed in other fish farms in Brazil. In the countryside of Sao Paulo state, *O. niloticus* specimens were infested with *C. sclerosus* and with four unidentified *Cichlidogyrus* species (Lizama *et al.* 2007). In the state of Santa Catarina, specimens also cultured in fish farms had their gills infested with *C. sclerosus* and *Cichlidogyrus* sp. (Ghiraldelli *et al.* 2006), as well as, with *C. sclerosus*, *C. halli*, *C. thurstonae*, and *S. longicornis* (Jerônimo *et al.* 2011). Similar findings were reported by Martins *et al.* (2014), except for the absence of *C. halli* and the presence of *C. tilapiae*. In contrast, a study conducted in four Fish Culture Stations in the municipality of Macapa, Amapa state, described *C. tilapiae* as the only parasite species infesting the gills of *O. niloticus* (Pantoja *et al.* 2012).

Ranzani-Paiva *et al.* (2005) reported parasitism of *O. niloticus* by *Cichlidogyrus* sp. in the Guarapiranga River dam, Sao Paulo state. In the same state, specimens farmed in net cages in the Agua Vermelha reservoir, Rio Grande basin, had their gills parasitized with *C. thurstonae*, *C. halli*, *Cichlidogyrus* sp., and *S. longicornis* (Zago *et al.* 2014). *Cichlidogyrus sclerosus*, *Cichlidogyrus* sp., and *C. longicornis* (= *S. longicornis*) were observed in an urban reservoir in Parana state (Graça & Machado, 2007). Therefore, although *O. niloticus* was first introduced in Brazil in the 1950s and it is currently distributed throughout the country (Boscardin, 2008), there are no records of parasites of the native ichthyofauna on this fish species (Bittencourt *et al.*, 2014). The same can be verified regarding infestation/infection of native fish by parasites of introduced species. Nevertheless, the only article assessing native species of Brazilian cichlids found in the specific scientific literature does not report infestations by Monogenoidea parasites in *O. niloticus* (Graça & Machado, 2007). According to Gendron *et al.* (2012), establishment time of native parasites in introduced species can be long. A study conducted in southeastern Mexico reported transfer of the African Ancyrocephalidae species *C. sclerosus*, *C. longicornis longicornis* (= *S. longicornis*) and *Enterogyrus malmbergi* Bilong Bilong, 1988 to native cichlids, and of *Sciadicleithrum bravohollisae* Kritsky, Vidal-Martínez & Rodríguez-Canul, 1994 - a native host parasite - to the introduced species *O. aureus* (Steindachner, 1864) (Jiménez-García

et al. 2001).

Although the parasitic communities of tilapia cichlids present remarkable richness (more than five per host species), parasite distribution among hosts is uneven (Pouyaud *et al.* 2006). The number of species recorded in the present study is noteworthy, especially that observed in November, when six species were recorded, corresponding to the highest richness of Ancyrocephalidae found in the gills of *O. niloticus* in environments of Brazilian continental waters. It is also worth mentioning that the present study reports the first record of *C. rognoni* in Brazil. This species ranked second in abundance in the Ancyrocephalidae component community observed in the gills of the *O. niloticus* specimens analyzed, and it was the only one to present individuals with eggs in all months studied.

According to Eiras (1994), most species of Monogenoidea present well-defined annual patterns of infestation, with higher number of parasites occurring in the warmer months and decreasing in the cooler ones. Tinsley & Jackson (2002) and Buchmann & Bresciani (2006) stated that water temperature has great influence on egg production and hatching, and on the larval phase of Monogenoidea. Higher water temperatures alter fish metabolism and favor parasite reproduction (Martins *et al.* 2014). However, the results obtained in this study contradict such statements, considering that *C. sclerosus*, *C. rognoni*, and *C. tilapiae* had specimens with egg in August, indicating that they were breeding in the winter. In contrast, although all species presented individuals with egg in November, total abundance, prevalence per species, and the mean infestation intensity of each parasite, decreased in February of the following year. The lowest abundance values of Ancyrocephalidae component community in the gills of *O. niloticus* were obtained in August, corresponding to the coldest month (water temperature of 20.1 °C at the time of host collection), as well as in February, month with higher temperatures (28.6 °C at the time of collection). Such results differed from those reported in the studies by Jerônimo *et al.* (2011) and Martins *et al.* (2014), which showed the highest abundance values for Monogenoidea in the gills of *O. niloticus* in spring and summer. Conversely, no seasonal variation in *O. niloticus* gill infestation with Monogenoidea was observed by Tavares-Dias (2001). With regards to the relative abundance of each species, in the present study, all species presented a trend towards lower values in August and increased values in February, except for *C. sclerosus*, which corresponded to approximately 82% of the total number of parasites collected in August and only 12.5% of those collected in February. In contrast, temporal variations did not follow the same pattern when population indices were evaluated. All species showed different fluctuations in mean intensity, except for *S. longicornis*, which presented no variation throughout the studied months. However, all species showed the same variation trend for prevalence and mean abundance, with the highest values found in April and November and the lowest in August and February. According to Aguirre-Fey *et al.* (2015), it is still not clear whether in regions with tropical climates water temperature influences the infestation dynamics of oviparous Monogenoidean, which are transmitted via oncomiracidium. Abiotic factors, such as concentration of suspended solids and conductivity and transparency of water should be considered because they can also have an effect on the seasonal abundance of parasites (Bilong Bilong & Tombi 2005; Blahoua *et al.* 2016). In most studies,

water collection for the assessment of physical and chemical parameters is performed at the time of fish capture, so that the environmental variations to which these hosts and their parasites are subjected over time are not considered. Under these conditions, it is difficult to establish with certainty the relationship between parasite indices and the abiotic factors of host habitats. In addition, breeding system, management of tanks, feeding rate, and fish population density, may also interfere with the life cycle of parasites (Martins *et al.* 2014).

The positive association between the most abundant species: *C. sclerosus* and *C. rognoni*, and between them and the other species, as well as the positive correlation observed in the infracommunities between abundance and richness, are worth noting. According to Guegan & Hugueny (1994), the parasite community structure is determined by host biology, which influences the subset of parasites available, and richness and abundance in each host are related to facilitation processes between species. Thus, the presence of two or more parasite species in the same host facilitates successful and intensive infestation by other species, as it seems to have occurred among the species of the component community assessed in the present study. Therefore, the component community of Ancyrocephalidae species infesting the gills of *O. niloticus* specimens does not seem to comprise a stochastic subset of species, but rather it can be considered predictable. Even considering the temporal variations observed, the component community evaluated seems to be well structured, which together with the richness and occurrence of reproduction in all species, demonstrates the success of these African parasites in the fish culture studied.

References

- Amato, J. F. R., Boeger, W. A. Amato & S. B. 1991. **Protocolos para laboratório, coleta e processamento de parasitos do pescado**. Imprensa Universitária, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 81 p.
- Aguirre-Fey, D., Benítez-Villa, G. E., León, G. P. P. & Rubio-Godoy, M. 2015. Population dynamics of *Cichlidogyrus* spp. and *Scutogyrus* sp. (Monogenea) infecting farmed tilapia in Veracruz, México. **Aquaculture**, 443: 11-15
- Bilong Bilong, C. F. & Tombi, J. 2005. Temporal structure of a component community gill parasites of *Barbus martorelli* Roman, 1971 (Freshwater Cyprinidae) in the Centre Province, Cameroon. **Cameroon Journal of Biological and Biochemical Science**, 13: 9-18.
- Bittencourt, L. S., Pinheiro, D. A., Cárdenas, M. Q., Fernandes, B.M. & Tavares-Dias, M. 2014. Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, 23 (1): 44-54.
- Blahoua, G. K., Yao, S. S., Etilé, R. N. & N'Douba, V. 2016. Distribution of gill Monogenean parasites from *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) in man-made Lake Ayamé I, Côte d'Ivoire. **African Journal of Agricultural Research**, 11(2): 117-129.
- Borghetti, J. R. & Teixeira da Silva, U. A. 2008. Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. Pp. 73-94. *In*: Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (Eds.). **Aquicultura no**

Brasil: O desafio é crescer. FAO, Brasília, 276 p.

- Boscardin, N. D. 2008. A produção aquícola brasileira. Pp. 27-72. *In*: Ostrensky, A., Borghetti, J. R. & Soto, D. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer.** FAO, Brasília, 276 p.
- Boungou, M., Kabre, G. B., Marques, A. & Sawadogo, L. 2008. Dynamics of population of five monogeneans of *Oreochromis niloticus* Linné, 1758, in the Dam of Loumbila and possible interest in intensive pisciculture. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 11(10): 1317-1323.
- Buchmann, K. & Bresciani, J. 2006. Monogenea (Phylum Platyhelminthes). Pp. 294–341. *In*: Woo, P. T. K. (Ed.). **Fish diseases and disorders. Protozoan and metazoan infections.** CAB International, Wallingford. 791 p.
- Bush, A. O. & Holmes, J. C. 1986. Intestinal parasites of lesser scaup ducks: an interactive community. **Canadian Journal of Zoology**, 64: 142–152.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **Journal Parasitology**, 83(4): 575-583.
- Douëllou, L. 1993. Monogeneans of the genus *Cichlidogyrus* Paperna 1960 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) from cichlid fishes of lake Kariba (Zimbabwe) with descriptions of five new species. **Systematic Parasitology**, 625: 159-186.
- Eiras, J.C. 1994. **Elementos de Ictioparasitologia.** Fundação Eng. Antônio de Almeida, Porto, 339 p.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. 2000. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes.** EDUEM, Maringá, 171 p.
- El-Seify, M. A., Zak, M. S. & Desouky, A. R. Y., Abbas, H. H., Hady, O. K. A. & Zaid, A. A. A. 2011. Seasonal variations and prevalence of some external parasites affecting freshwater fishes Reared at Upper Egypt. **Life Sciences Journal**, 8(3): 397-400.
- Ergens, R. 1981. Nine species of the genus *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea: Ancyrocephalinae) from egyptian fishes. **Folia Parasitologica**, 28: 205-214.
- Esch, G. W., Shostak, A. W. & Marcogliese, D. J. & Goater, T. M. 1990. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. Pp. 1-19. *In*: Esch, G. W., Bush, A.O. & Aho, J. (Eds). **Parasite Communities: Patterns and Processes.** Chapman and Hall, New York, 335 p.
- Galli, P., Stefani, F., Benzoni, F. & Zullini, A. 2005. Introduction of alien host–parasite complexes in a natural environment and the symbiota concept. **Hydrobiologia**, 548: 293-299
- Gendron, A. D., Marcogliese, D. J. & Thomas, M. 2012. Invasive species are less parasitized than native competitors, but for how long? The case of the round goby in the Great Lakes-ST. Lawrence Basin. **Biological Invasions**, 14: 367-384.
- Ghiraldelli, L., Martins, M. L. & Jerônimo, G. T., Yamashita, M.M. & Adamante, W. B. 2006. Ectoparasites communities from *Oreochromis niloticus* cultivated in State of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 1(2): 181-190.
- Graça, R. J. & Machado, M. H. 2007. Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29(3): 321-326.

- Guegan J. F. & Hugueny, B. 1994. A nested parasite species subset pattern in tropical fish: host as major determinant of parasite infracommunity structure. **Oecologia**, 100: 184–189.
- Jerônimo, G. T., Speck, G. M., Cechinel, M. M., Gonçalves, E. L.T. & Martins, M. L. 2011. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 71 (3): 365-373.
- Jiménez-García, M. I., Vidal-Martínez, V. M. & López-Jiménez, S. 2001. Monogeneans in introduced and native Cichlids in México: Evidence for transfer. **The Journal of Parasitology**, 87(4): 907-909.
- Lacerda, A. C. F., Yamada, F. H., Lopes, L. P. C., Lizama, M. A. P., Pavanelli, G. C. & Takemoto, R. M. 2012. Ameaça silenciosa: a introdução de peixes e seus parasitos. Pp. 59-80. *In*: Silva-Souza, A. T.; Lizama, M. A. P. & Takemoto R. M. (Orgs.). **Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos**. Massoni, Maringá, 404 p.
- Lizama, M. A. P., Takemoto, R. M., Ranzani-Paiva, M. J. T., Ayroza, L. M. S. & Pavanelli, G. C. 2007. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29(2): 223-231.
- Ludwig, J. A. & Reynolds, J. F. 1988. **Statistical Ecology: a primer on methods and computing**. John Wiley e Sons, Canada, 337 p.
- Martins, M. L. & Sá, A. R. S., Jerônimo, G. T., Tancredo, K. R., Gonçalves, E. L. T., Bampi, D., Speck, G. M. & Sandin, A. M. 2014. Microhabitat preference and seasonality of gill monogeneans in Nile Tilapia reared in Southern Brazil. **Neotropical Helminthology**, 8(1): 47-58.
- Pantoja, W. M. F., Neves, L. R., Dias, M. K. R., Marinho, R. G. B., Montagner, D. & Tavares-Dias, M. 2012. Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. **Revista MVZ Córdoba**, 17(1): 2812-2819.
- Pariselle, A. 1995. Etudes des parasites de Cichlidae en Afrique de l'Ouest. Pp. 44-52. *In*: Agnese, J. F. (Ed.). **Comptes Rendus de Atelier Biodiversite et Aquaculture**. Centre de Recherches Oceanographiques, Abidjan, Cote D'Ivoire, 115p.
- Pariselle, A., Bilong Bilong, C. F. & Euzet, L. 2003. Four new species of *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae) all gill parasites from African mouthbreeder tilapias of the genera *Sarotherodon* and *Oreochromis* (Pisces, Cichlidae), with a re-description of *C. thurstonae* Ergens, 1981. **Systematic Parasitology**, 56:201-210.
- Pariselle, A., Boerger, W. A., Snoeks, J., Bilong Bilong, C. F., Morand, S. & Vanhove, M. P. M. 2011. The Monogenean parasite fauna of Cichlids: a potential tool for host biogeography. **International Journal of Evolutionary Biology**, 2011: 1-15.
- Pariselle, A. & Euzet, L. 1995. *Scutogyrus* gen. n. (Monogenea: Ancyrocephalidae) for *Cichlidogyrus longicornis minus* Dossou, 1982, *C. l. longicornis*, and *C. l. gravivaginus* Paperna and Thurston, 1969, with description of three new species parasitic on african cichlids. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, 62(2): 157-173.
- Pariselle, A. & Euzet, L. 2009. Systematic revision of dactylogyridean parasites (Monogenea) from cichlid fishes in Africa, the Levant and Madagascar. **Zoosystema**, 31(4): 849- 898.
- Paperna, I. 1964. Parasitic helminths of inland-water fishes in Israel. **Israel Journal of Zoology** 13:1-26.

- Paperna, I. 1996. **Parasites, infections and diseases of fishes in Africa - An update**. CIFA Technical Paper. Rome, FAO. 31. 220p.
- Paperna, I. & Thurston, J. P. 1969. Monogenetic Trematodes collected from cichlid fish in Uganda; including the description of five new species of *Cichlidogyrus*. **Revue de Zoologie et de Botanique africaines**, 79: 15-33
- Pouyaud, L., Desmarais, E., Deveney, M. & Pariselle, A. 2006. Phylogenetic relationships among monogenean gill parasites (Dactylogyridea, Ancyrocephalidae) infesting tilapiine hosts (Cichlidae): Systematic and evolutionary implications. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, 38: 241-249.
- Ranzani-Paiva, M. J. T., Felizardo, N. N. & Luque, J. L. 2005. Parasitological and hematological analysis of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757 from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 27(3): 231-237.
- Rohde, K. 1979. A critical evaluation of intrinsic and extrinsic factors responsible for niche restriction in parasites. **American Naturalist**, 114: 648–671.
- Tavares-Dias, M., Moraes, F. R., Martins, M. L. & Kronka, S. 2001. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pagues” do município de Franca, São Paulo, Brasil. II Metazoários. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18: 81-85.
- Tombi, J., Akoumba, J. F. & Bilong Bilong, C. F. 2014. The monogenean community on the gills of *Oreochromis niloticus* from Melen fish station in Yaounde, Cameroon. **International Journal of Modern Biological Research**, 2: 16-23.
- Tinsley, R. C. & Jackson, J. A. 2002. Host factors limiting monogenean infections: a case study. **International Journal for Parasitology**, 32: 353-365.
- Valentin, J. L. 2000. **Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Interciência, Rio de Janeiro, 117 p.
- Vanhove, M. P. M., Hablützel, P. I., Pariselle, A., Šimková, A., Huyse, T. & Raeymaekers, J. A. M. 2016. Cichlids: A host of opportunities for evolutionary parasitology. **Trends in Parasitology**, 10: 1-13
- Von Zuben, C. J. & Nering, C. M. 2010. **Métodos Quantitativos em Parasitologia**. FUNEP, Jaboticabal, 72 p.
- Zago A. C., Franceschini, L., Garcia, F., Schalch, S. H. C., Gozi, K. S. & Silva, R. J. 2014. Ectoparasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage farming in a hydroelectric reservoir in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, 23(2): 171-178.
- Zar, J. H. 1996. **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall, New Jersey, 662 p.

CAPÍTULO 2

Estudo de monogenóideos, parasitos branquiais de juvenis de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), em piscicultura, tanque escavado, no norte do Estado do Paraná, Brasil.

Abstract. The gills of 79 juvenile *O. niloticus* donated by a fish farm, earth tank, in the north of the State of Paraná, were examined in order to evaluate the component community and the influence of the parasites in the condition of fish healthiness. The collections were carried out in the months of April, August and November of 2010 and February of 2011. A total of 1305 parasites were found and the component community was composed of *Scutogyrus longicornis*, *Cyclidogyrus sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae* and *C. tilapiae*, with *S. longicornis* being the dominant species. The highest values of prevalence, average abundance and average intensity were recorded in April and February, and the lowest values in August and November. The composition and structure of the component community were different in August, with lower values of richness, total abundance, diversity index and higher dominance. Parasitism by ancyrocephalids did not affect the body mass of juvenile *O. niloticus*.

Keywords: Monogenoidea, gill parasites, Cichlidae; fish, relative condition factor,

Resumo. Estudo de monogenóideos, parasitos branquiais de juvenis de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), em piscicultura, tanque escavado, no norte do Estado do Paraná, Brasil. Foram examinadas as brânquias de 79 juvenis de *O. niloticus* doados por uma piscicultura, tanque de terra, no Norte do Estado do Paraná, visando avaliar a comunidade componente e a influência dos parasitos na condição de higidez dos peixes. As coletas foram realizadas nos meses de abril, agosto e novembro de 2010 e fevereiro de 2011. Foram encontrados 1305 parasitos e a comunidade componente foi composta por *Scutogyrus longicornis*, *Ciclidogyrus sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae* e *C. tilapiae*, sendo *S. longicornis* a espécie dominante. Os maiores valores de prevalência, abundância média e intensidade média foram registrados em abril e fevereiro, e os menores em agosto e novembro. A composição e a estrutura da comunidade componente foram diferentes no mês de agosto, com menores valores de riqueza, abundância total, índice de diversidade e

maior dominância. O parasitismo por ancyrocefalídeos não afetou a massa corporal de juvenis de *O. niloticus*.

Palavras-chave: Monogenoidea; ectoparasita; Cichlidae; peixe; fator de condição relativo

Introdução

Tilapia é o nome popular dado a um conjunto de ciclídeos africanos pertencentes aos gêneros *Oreochromis*, *Tilapia* e *Sarotherodon* (Vanhove *et al* 2016). Estas espécies contribuíram com a maior e mais rápida expansão da aquicultura, pois são utilizados como fonte proteica em diferentes partes do mundo, embora tenham sido introduzidas, inicialmente, para o controle biológico de insetos e macrófitas aquáticas (Canonico *et al* 2005). *Oreochromis niloticus*, integrante desse grupo, tornou-se a espécie mais significativa para aquicultura mundial (Dunz & Schliewen, 2013). No Brasil, foi introduzida com objetivo de produção em 1971, sendo a espécie mais cultivada a partir de 2002 (Boscardin, 2008; Borghetti & Teixeira da Silva, 2008). Os parasitos são introduzidos juntamente com seus hospedeiros e aqueles com ciclo de vida direto, como os Monogenoidea, têm maior probabilidade de se estabelecerem do que os parasitos com ciclos complexos, com necessidade de hospedeiros intermediários (Vanhove *et al.* 2016). De tal forma que as espécies de monogenoideos, Ancyrocephalidae em *O. niloticus*, *Cichlidogyrus cirratus* Paperna, 1964, *C. sclerosus* Paperna e Thurston, 1969, *C. rognoni* Pariselle, Bilong Bilong e Euzet, 2003, *C. thurstonae* Ergens, 1981, *C. tilapiae* Paperna, 1960, *C. halli* (Price e Kirk, 1967) e *Scutogyrus longicornis* (Paperna e Thurston, 1969), registrados por Pariselle & Euzet (2009), em ambiente natural na África, também foram encontrados em pisciculturas no México (Aguirre-Fey *et al.* 2015, Jiménez-Garcia *et al.* 2001) e no Brasil (Lizama *et al.* 2007, Jerônimo *et al.* 2011, Martins *et al.* 2014, Zago *et al* 2014, Britto & Silva-Souza, 2017).

O estudo de parasitos de peixe permite avaliar padrões de ocorrência de espécie, prevalência e intensidade de parasitismos, além da relação com seu hospedeiro (Ferrari-Hoeinghaus *et al.* 2006). Entretanto, muitos dos padrões populaiconais e da comunidade parasitaria são, ainda, contingentes, ou seja, são

verdadeiros apenas em determinadas condições (Poullin, 2007). Bem como, poucos são os estudos em que a dinâmica populacional de cada espécie de ancycrocefalídeo branquial em *O. niloticus* é considerada. Na África, a prevalência e intensidade de infestação foram analisados por Boungou *et al.* (2008), Akoll *et al.* (2011), Tombi *et al.* (2014) e Blahoua *et al.* (2016). Entretanto, no Brasil, embora as espécies sejam identificadas, os índices populacionais não são calculados (Azevedo *et al.* 2006; Ranzani-Paiva *et al.* 2005; Ghiraldelli *et al.* 2006; Graça e Machado 2007; Jerônimo *et al.* 2011; Martins *et al.* 2014; Zago *et al.* 2014). Lizama *et al.* (2007), por sua vez, apresentaram a prevalência, intensidade e abundância média, não identificando todas as espécies de monogenóideos. O estudo da comunidade, avaliando a variação dos índices ecológicos dominância e diversidade, riqueza foram calculados em Britto & Silva-Souza (2017), com *O. niloticus* adultos.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a relação parasito-hospedeiro de Ancyrocephalidae nas brânquias de juvenis de *O. niloticus* em piscicultura, no norte do Estado do Paraná, Brasil. Estudou-se os descritores populacionais, composição e estrutura da comunidade componente dos monogenóideos e o fator de condição relativo dos peixes, em diferentes meses.

Material e Métodos

Foram analisados 79 espécimes de juvenis de *Oreochromis niloticus*, sexualmente revertidos, doados por uma Estação de Piscicultura localizada no município de Rolândia, PR (51°26'27,3" O, 23°15'43,0"). As coletas foram realizadas nos meses de abril, agosto e novembro de 2010 e fevereiro de 2011, com redes de arrasto ou tarrafas, em viveiro de terra com 900 m² de lâmina d'água e profundidade média de 1,5 m. Indivíduos representativos de cada espécie foram depositados na Coleção Helmintológica do Instituto Osvaldo Cruz (CHIOC), Rio de Janeiro, Brasil (CHIOC 38419, 38420, 38423, 38427, 38430, 38434, 38435, 38437).

Para a caracterização ambiental foram obtidos valores da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) e da temperatura (C°) da água, no momento da captura dos peixes, utilizando-se Oxímetro modelo Y55 com termistor acoplado ao aparelho. Os menores valores de oxigênio dissolvido foram obtidos em abril (5,8 mg/l) e fevereiro (5,5 mg/l), período com as maiores temperaturas (24,4°C e 23,8 °C). Os maiores valores em agosto (8,8mg/l) e novembro (7,4 mg/l), com as menores temperaturas,

18,8 °C e 22,2 °C, respectivamente.

Também foram obtidos os valores de precipitação mensal total e diários de temperatura, pelo banco de dados disponível no site da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (www.aguasparana.pr.gov.br, acessado em 03/04/2017 às 21h) e no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (www.inmet.gov.br, acessado em 04/04/2017 às 08h), no período de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. A região onde a piscicultura está localizada caracterizou-se por inverno seco e verão chuvoso. A precipitação acumulada, até o dia de cada coleta, foi igual a 879,1 ml (abril), 151,3 ml (agosto), 322,7 ml (novembro) e 526,6 ml (fevereiro) (Figura 1).

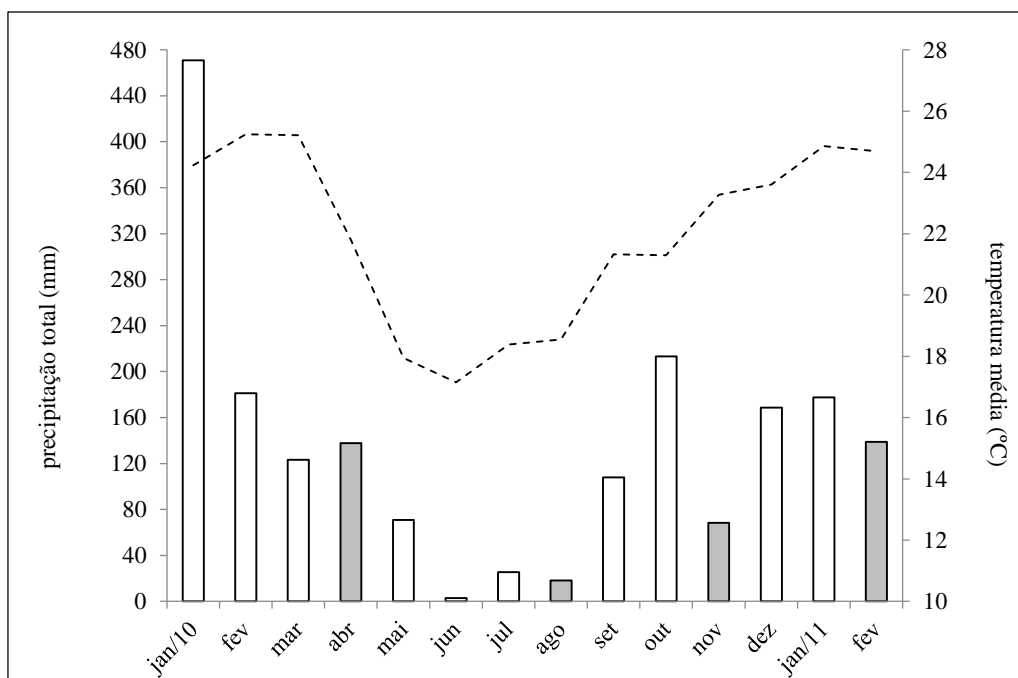


Figura 1. Variação da precipitação total (coluna) e da média mensal de temperatura do ar (linha) com base nos valores encontrados de janeiro de 2010 a fevereiro de 2011. As barras com cor escura são correspondentes aos meses de coletas

As brânquias de cada peixe foram retiradas, separadas e examinadas com auxílio de microscópio estereoscópico, para coleta de todos os parasitos. Os monogenóides foram fixados em solução de A.F.A (ácido acético, formol e álcool etílico a 70%), conservados em álcool a 70%, montados em lâmina histológica, contendo Grey & Wess (Eiras et al., 2000). Cada exemplar foi identificado utilizando-se as descrições realizadas por Paperna (1964), Paperna & Thurston (1969), Ergens (1981), Douëllou (1993), Pariselle & Euzet (1995), Pariselle et al. (2003) e a chave de

identificação proposta por Pariselle e Euzet (2009).

Para cada espécie parasita foram calculados os descritores ecológicos populacionais de Prevalência (P%), Intensidade Média (IM) e Abundância Média (AM) (Bush et al., 1997) com os respectivos desvios padrão, que foram comparados entre os meses utilizando-se teste estatístico não paramétrico “U” de Mann -Whitney com o Software GraphPad InStat, versão 3.05.

A estrutura da comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de *O. niloticus* foi analisada pela riqueza, abundância total e índices de Diversidade de Brillouin e de Dominância de Berger-Parker (Von Zuben & Nering 2010). Esses valores foram obtidos para cada mês do estudo e comparados pelo teste estatístico “t” de Student com auxílio do Programa Past, versão 3.0. Também foi calculada a proporção do número de parasitos de cada espécie no total coletado, considerada como abundância relativa, em cada período de estudo.

Os espécimes de *O. niloticus* foram pesados (massa corporal - Wt - em gramas) em balança analítica e medidos (comprimento total – Lt - em centímetros) com auxílio de um ictiômetro. Esses valores foram usados para ajustar a curva da relação massa/comprimento total, obter os valores das constantes **a** (0,023) e **b** (2,876) e, então, calcular a massa teoricamente esperada (We) para cada comprimento total. Foi calculado, então, o fator de condição relativo (Kn), que compreende a razão entre Wt e We dos peixes, em cada período de estudo (Verani *et al.* 1997). Os valores médios de Kn para o total de peixes não parasitados e parasitados foram comparados ao valor teoricamente esperado Kn=1,0, pela aplicação do teste “t” de Student. O mesmo processo foi realizado para os valores médios de Kn encontrados em cada mês. Os valores de Lt, Wt e Kn foram comparados entre os peixes parasitados e não parasitados nos diferentes meses pelo teste estatístico não paramétrico “U” de Mann Whitney, com auxílio do Software GraphPad InStat, versão 3.05. A provável correlação entre o fator de condição relativo (Kn) e a abundância total de parasitos foi testada pelo cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r), também com o uso do Software GraphPad InStat, versão 3.05.

Foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$ para todas as análises.

Resultados

A comunidade componente de Ancyrocephalidae nas brânquias dos espécimes de *Oreochromis niloticus* analisados foi composta por *Scutogyrus longicornis*,

Cichlidogyrus sclerosus, *C. rognoni*, *C. thurstonae* e *C. tilapiae*. Em agosto, *C. thurstonae* e *C. tilapiae* estavam ausentes.

Foram coletados 1305 parasitos, sendo 392 (30%) pertencentes a *S. longicornis*, 225 (17%) a *C. tilapiae*, 281 (22%) a *C. thurstonae*, 152 (12%) a *C. rognoni* e 255 (19%) a *C. sclerosus* (Figura 2). Em abril *C. thurstonae* e *S. longicornis* compreenderam 58% dos parasitos presentes nas brânquias de *O. niloticus*, sendo *C. thurstonae* a espécie dominante. No mês de agosto, a abundância relativa de *S. longicornis* abrangeu 50% dos parasitos, sendo essa a espécie dominante. A distribuição da abundância relativa das espécies de parasitos no mês de novembro assemelhou-se ao encontrado em abril. Entretanto, em novembro, *C. rognoni* correspondeu à espécie dominante. Em fevereiro, *S. longicornis* compreendeu novamente a espécie dominante e *C. rognoni* foi a espécie menos abundante (Figura 2). No total, a distribuição das abundâncias relativas foi similar ao verificado em fevereiro de 2011 (Figura 2).

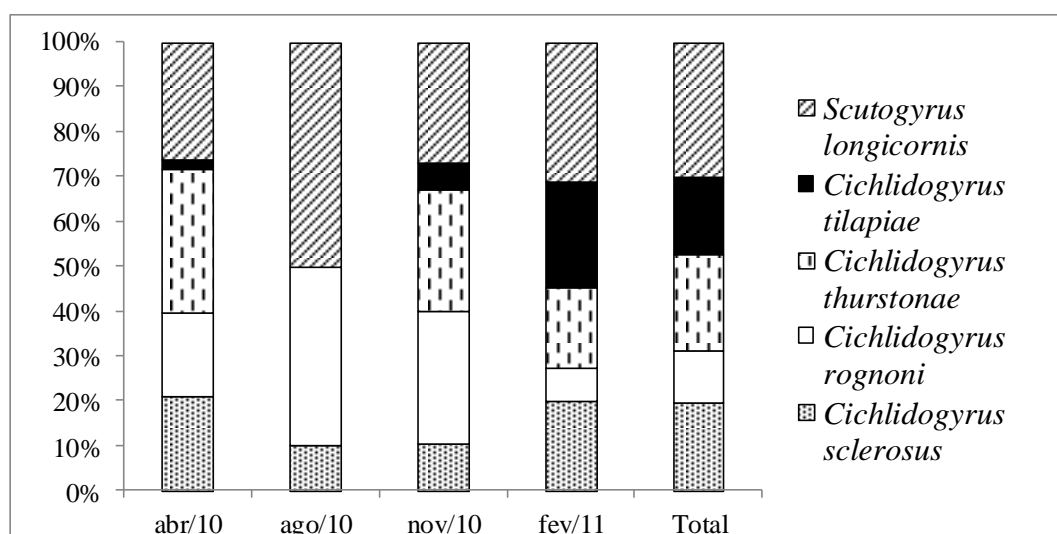


Figura 2. Variação da abundância relativa das espécies de Ancyrocephalidae, parasitos branquiais de juvenis de *Oreochromis niloticus*, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011.

Considerando-se os valores de prevalência no total de peixes avaliados, verificou-se os mais altos valores para os indivíduos de *O. niloticus* infestados com *S. longicornis*, seguidos daqueles infestados com *C. thurstonae* e *C. rognoni*. A variação temporal dos valores de prevalência foi semelhante para as espécies de Ancyrocephalidae, com valores mais altos em abril e fevereiro e os menores em agosto e novembro. No entanto, para os peixes parasitados com *C. tilapiae*, os valores

de prevalência foram similares nos meses de abril e novembro e o mais alto valor foi verificado em fevereiro. A mesma variação foi observada para os valores de abundância média e intensidade média de todas as espécies de parasitos, exceto *Cichlidogyrus rognoni*, que compreendeu a única a não apresentar variação temporal dos valores de intensidade média ($p>0,05$) (Tabela I).

No mês de agosto foram obtidos os menores valores de riqueza, abundância total e índice de diversidade de Brillouin e maior valor do índice de dominância de Berger-Parker, sendo *S. longicornis* a espécie dominante. Entretanto, embora a composição da comunidade componente e os índices de dominância não tenham sido alterados nos demais meses de estudo, as espécies dominantes diferiram. Em fevereiro, foram obtidos os maiores valores de abundância total e de diversidade, com as espécies estando bem distribuídas na comunidade e *S. longicornis* sendo, novamente, a espécie dominante (Tabela II).

Tabela I. Prevalência (P), Intensidade Média (IM) e Abundância Média (AM), com os respectivos desvios padrão (s) e amplitudes de variação (min-máx), dos Ancyrocephalidae, parasitos branquiais de juvenis de *Oreochromis niloticus*, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011.

Período	Índice populacional	<i>Cichlidogyrus sclerosus</i>	<i>Cichlidogyrus rognoni</i>	<i>Cichlidogyrus thurstonae</i>	<i>Cichlidogyrus tilapiae</i>	<i>Scutogyrus longicornis</i>	Total
	P (%)	80	75	85	20	85	69
Abril 2010	IM±s	3,87±5,39	3,67±3,67	5,59±5,59	1,5±1,50	4,59±4,33	4,29±4,46
	(min-max)	(1-23)	(1-14)	(1-18)	(1-2)	(1-16)	(1-23)
	AM±s	3,10±5,05	2,75±3,24	4,75±5,01	0,30±0,66	3,90±4,31	2,96±4,20
	(min-max)	(0-23)	(0-14)	(0-18)	(0-2)	(0-16)	(0-23)
Agosto 2010	P (%)	5	5	---	---	20	6
	IM±s	1	4	---	---	1,25±0,50	1,67±1,21
	(min-max)	(1-1)	(4-4)	---	---	(1-2)	(1-4)
	AM±s	0,05±0,22	0,20±0,89	---	---	0,25±0,55	0,1±0,48
(min-max)	(0-1)	(0-4)	---	---	(0-2)	(0-4)	
Novembro 2010	P (%)	20	40	40	20	45	33
	IM±s	2,25±2,50	3,13±3,36	2,87±2,87	1,25±0,50	2,56±1,94	2,57±2,41
	(min-max)	(1-6)	(1-11)	(1-8)	(1-2)	(1-6)	(1-11)
	AM±s	0,45±1,36	1,25±2,57	1,15±2,13	0,25±0,55	1,15±1,81	0,85±1,83
(min-max)	(0-6)	(0-11)	(0-8)	(0-2)	(0-6)	(0-11)	
Fevereiro 2011	P (%)	84	84	89	79	100	87
	IM±s	11,44±11,32	4,25±2,77	9,59±11,47	14,27±28,71	15,05±15,08	11,01±16,01
	(min-max)	(3-50)	(1-10)	(1-40)	(1-104)	(1-57)	(1-104)
	AM±s	9,63±11,19	3,58±2,99	8,58±11,23	11,26±26,01	15,05±15,08	9,62±15,39
(min-max)	(0-50)	(0-10)	(0-40)	(0-104)	(1-57)	(0-104)	
Total	P (%)	48	51	53	29	62	
	IM±s	6,89±9,08	3,80±2,99	6,69±8,31	9,78±23,75	8,00±11,19	
	(min-max)	(1-50)	(1-14)	(1-40)	(1-104)	(1-57)	
	AM±s	3,23±7,08	1,92±2,85	3,56±6,89	2,85±13,38	4,96±9,6	
(min-max)	(0-50)	(0-14)	(0-40)	(0-104)	(0-57)		

Tabela II. Estrutura da comunidade componente de Ancyrocephalidae, das brânquias de juvenis de *Oreochromis niloticus*, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011.

	Abril/2010	Agosto/2010	Novembro/2010	Fevereiro/2011	Total
Riqueza	5	3	5	5	5
Abundância Total	296	10	85	914	1305
Diversidade de Brillouin	1,40	0,71	1,38	1,51	1,55
Dominância de Berger-Parker	0,32	0,50	0,29	0,31	0,30

Os 79 indivíduos de *O. niloticus* analisados tinham, em média, $12,2 \pm 2,9$ cm (8,5-18,8 cm) de comprimento total e $35,9 \pm 26,6$ g (10,3-118,6 g) de massa corporal. Desses, os 23 que não estavam parasitados por monogenóides apresentaram, em média, iguais comprimentos totais ($p=0,383$) e massas corporais ($p=0,259$) que os 56 infestados (Tabela III). Os valores médios de comprimento total e massa corporal dos hospedeiros parasitados também foram os mesmos ($p>0,05$) entre os peixes estudados nos meses de abril e agosto. Por outro lado, os peixes parasitados em novembro e em fevereiro eram maiores e mais pesados que os analisados em abril e agosto. Os valores médios de comprimento total e massa corporal dos peixes não parasitados foram iguais nos meses de agosto e novembro (Tabela III).

Considerando-se o total de peixes coletados, foi verificado que os indivíduos não parasitados estavam com a massa corporal abaixo da teoricamente esperada ($K_n < 1,0$), enquanto os parasitados apresentaram o valor médio de K_n igual ao teoricamente esperado. Em abril, embora todos os peixes estudados estivessem infestados, em média a massa corporal encontrava-se maior que a teoricamente esperada ($K_n > 1,0$). Não houve diferença ($p > 0,05$) entre o K_n médio dos peixes parasitados e não parasitados tanto em agosto quanto em novembro. Entretanto, em agosto, os peixes não parasitados apresentaram massa abaixo da teoricamente esperada ($K_n < 1,0$) e os parasitados estavam com massa corporal igual à teoricamente esperada ($K_n = 1,0$). Por outro lado, em novembro, os peixes parasitados e os não parasitados apresentaram a massa corporal igual à esperada ($K_n = 1,0$). Em fevereiro, todos os peixes estavam parasitados e com a massa corporal igual à esperada (Tabela III e Figura 3).

A comparação entre o K_n e abundância de parasitos, utilizando-se correlação de Pearson, não apresentou diferença significativa ($p=0,4010$).

Tabela III. Número de hospedeiros (N), valores médios de comprimento total (Lt), valores médios de massa total (Wt), valores médios do fator de condição relativo (Kn), com desvios padrão e valores mínimos (min) e máximos (max) dos indivíduos de *Oreochromis niloticus* com brânquias não parasitadas (NP) e parasitadas (P) por Ancyrocephalidae., capturados em tanque de piscicultura no período de abril de 2010 a fevereiro de 2011. (p = probabilidade de significância).

Mês	Condição	N	Lt \pm s (min-máx)	Wt \pm s (min-máx)	Kn \pm s (min-máx)	p	Interpretação
Abril	NP	0	---	---	---	---	---
	P	20	9,57 \pm 0,91 (8,50-12,00)	16,86 \pm 4,92 (10,84-29,21)	1,08 \pm 0,09 (0,96-1,22)	0,0009	Kn>1,0
Agosto	NP	16	10,79 \pm 2,19 (8,90-16,60)	23,28 \pm 17,59 (10,30-75,90)	0,95 \pm 0,06 (0,83-1,09)	0,016	Kn<1,0
	P	4	9,87 \pm 1,32 (8,80-11,80)	16,05 \pm 6,36 (11,90-25,50)	0,93 \pm 0,04 (0,90-0,99)	0,125	Kn=1,0
Novembro	NP	8	14,11 \pm 2,09 (11,00-17,90)	47,92 \pm 24,41 (22,20-101,40)	0,96 \pm 0,06 (0,89-0,95)	0,148	Kn=1,0
	P	12	15,54 \pm 2,15 (12,10-18,80)	66,90 \pm 30,71 (25,90-118,60)	1,01 \pm 0,09 (0,86-1,19)	0,569	Kn=1,0
Fevereiro	NP	0	---	---	---	---	---
	P	19	13,73 \pm 1,97 (10,50-17,40)	44,37 \pm 20,76 (19,70-97,90)	0,97 \pm 0,08 (0,82-1,15)	0,087	Kn=1,0
Total	NP	23	11,77 \pm 2,63 (8,90-17,90)	30,60 \pm 22,97 (10,30-101,40)	0,96 \pm 0,07 (0,83-1,10)	0,96	Kn<1,0
	P	56	12,40 \pm 3,00 (8,50-18,80)	38,05 \pm 27,79 (10,60-118,60)	1,02 \pm 0,10 (0,82-1,22)	1,02	Kn=1,0

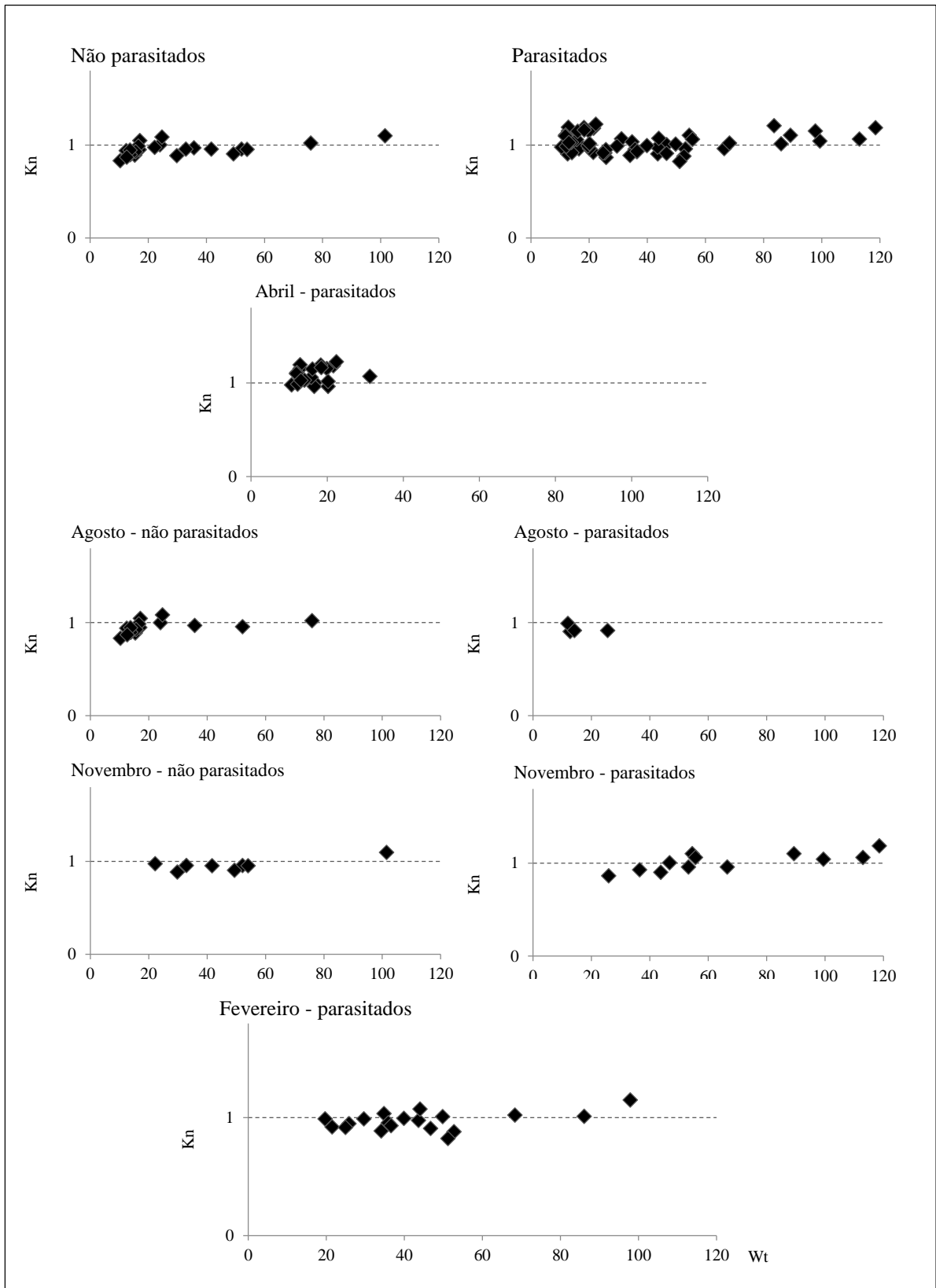


Figura 3. Variação do fator de condição relativo (K_n) em relação à massa corporal (W_t), do total de espécimes de *Oreochromis niloticus* e dos capturados nos diferentes meses de estudos, com brânquias parasitadas e não parasitadas, em piscicultura no norte do Paraná, Brasil, no período de abril 2010 a fevereiro de 2011.

Discussão

A comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de juvenis de *Oreochromis niloticus* criados em tanque escavado foi composta pelas cinco espécies, *Scutogyrus longicornis*, *Ciclidogyrus sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae* e *C. tilapiae*, todas de origem africana. O mesmo número de espécies foi obtido por Bounou et al. (2008) em reservatórios de Burkina Faso, embora a composição tenha diferido do presente trabalho, pois registraram a presença de *Cichidogyrus halli* e não *C. sclerosus*. O parasitismo com várias espécies de Ancyrocephalidae nas brânquias de *O. niloticus* foi reportado por outros autores na África (Tombi et al. 2014; Blahoua et al. 2016 e Pariselle & Euzet, 2009) e, também, no Brasil (Lizama et al. 2007; Jeronimo et al. 2011; Pantoja et al. 2012; Martins et al. 2014; Zago et al. 2014 e Britto & Silva-Souza, 2017). A presença de várias espécies sobre a superfície dos peixes pode decorrer do curto ciclo de vida dos monogenoídeos, associado a fácil contaminação quando em espaços restritos (Tombi et al. 2016). Características estas encontradas no ambiente estudado, uma vez que a elevada densidade de peixes em piscicultura facilita a transferência dos parasitos entre os hospedeiros (Crespo et al. 2003).

Considerando-se a presença dos parasitos ao longo do tempo, nota-se semelhança ao registrado por Bounou et al. (2008), onde a variação da abundância dos parasitos não foi sazonal e nem cíclica. Para os autores todas as espécies parasitas identificadas estavam presentes em *O. niloticus*, exceto em julho, agosto e setembro quando *C. rognoni* estava ausentes. No presente trabalho, *C. thurstonae* e *C. tilapiae* não foram encontrados em agosto. Bounou et al. (2008) discutem que os efeitos patogênicos de cinco espécies parasitas pode promover a redução no crescimento do peixe, até mesmo provocar a mortalidade do hospedeiro, principalmente daqueles confinados em tanques de piscicultura. Segundo os autores, a mortalidade pode ser promovida pelas infecções secundária provocada pelas diferentes ancoras dos parasitos ou mesmo pela ação direta dos parasitos nas brânquias dos hospedeiros. A patogenicidade de monogenóideos branquiais de *O. niloticus* é acentuada quando associada a fungos e bactérias, reduzindo a higidez e podendo promover a morte dos peixes (Akoll, 2012; Martins et al. 2014). Entretanto, os resultados obtidos no presente trabalho indicam que ancyrocefalídeos não influenciaram na saúde dos juvenis de *O. niloticus*.

A temperatura da água é comumente considerada um forte determinante para o desenvolvimento e existência de monogenóideos (Martins et al. 2014; Öztürk & Özer

2014). De tal forma que foi verificado no Sul do Brasil, região onde as estações do ano são bem definidas, maiores prevalências de *O. niloticus* parasitados com metazoários na primavera e verão (Jerônimo *et al.* 2011; Martins *et al.* 2014). No entanto, a ocorrência de monogenóideos não foi influenciada pela sazonalidade no Estado de São Paulo e no norte do Estado do Paraná (Tavares-Dias *et al.* 2001; Britto & Silva-Souza, 2017). Em regiões tropicais, a precipitação associada a eventos hidrológicos são importantes reguladores da infestação por monogenóideos (Akoll *et al.* 2011). O aumento do material em suspensão e conseqüente aumento da turbidez da água, provocado pelo escoamento do solo em períodos de alta precipitação, possibilita a irritação nos filamentos branquiais dos peixes, aumentando a sensibilidade aos monogenóideos (Madi & Ueta, 2009). No presente trabalho, os maiores valores (total) dos índices populacionais foram obtidos em abril (outono) e fevereiro (verão), período com maior precipitação, e menores em agosto (inverno) e novembro (primavera), com menor volume de chuva. Contudo, quando avaliou-se cada espécie nos diferentes períodos, não foi observado um padrão, não indicando que a dinâmica das espécies seja claramente afetada pela temperatura ou pluviosidade.

A distribuição da abundância relativa das espécies de monogenoideos também foi diferente nos meses de estudo. A espécie *S. longicornis*, que segundo Pariselle & Euzet (1995) tem *O. niloticus* como hospedeiro tipo, foi a espécie mais abundante, nos peixes juvenis. Enquanto, em adultos de *O. niloticus*, *S. longicornis* foi a segunda espécie menos abundante (Britto & Silva-Souza, 2017). Comparando-se a abundancia relativa de *C. thurstonae* e *C. rognoni* notou-se que *C. rognoni* foi mais abundante em agosto e novembro, passando a ser a espécie menos abundante em fevereiro, oposto ao verificado por Britto & Silva-Souza (2017).

Por outro lado, a estrutura da comunidade diferiu somente em agosto, com menores valores de riqueza e abundância total, semelhante ao verificado por Britto & Silva-Souza (2017), embora tenham encontrado valores menores de abundância, também em fevereiro. Lizama *et al* (2007), estudando pisciculturas no Estado de São Paulo, associaram as diferenças na estrutura das comunidades de ectoparasitos às particularidades existentes na qualidade de água, idade e tamanho dos viveiros, incluindo a alimentação dos peixes, constatando que a estrutura da comunidade componente é singular a cada local.

Desta forma, conclui-se que um total de cinco espécies de Ancyrocephalidae foram identificadas, parasitando as brânquias de juvenis de *O. niloticus*, em tanques

escavado. Todas as espécies são de origem africana, evidenciando a co-introdução dos monogênódeos e ciclídeos. Os parasitos não afetaram as condições de higidez dos hospedeiros, mesmo em condições de constante manejo nos tanques de piscicultura escavados, no norte do Estado do Paraná. Embora tenha sido verificado variação ao longo do tempo dos índices populacionais parasitários, não houve confirmação sazonal quando avaliado cada espécie. Da mesma forma, a estrutura da comunidade não apresentou sazonalidade, diferindo apenas em agosto. A dominância das espécies alternaram, nos diferentes meses, entre *S. longicornis*, *C. thurstonae* e *C. rognoni*.

Referências bibliográficas

AGUIRRE-FEY D., BENÍTEZ-VILLA, G. E., LEÓN G. P.P., RUBIO-GODOY M. Population dynamics of *Cichlidogyrus* spp. and *Scutogyrus* sp. (Monogenea) infecting farmed tilapia in Veracruz, México. **Aquaculture**, 443, p.11-15. 2015.

AKOLL, P., FIORAVANTI, M. L. KONECNY, R. & SCHIEMER, F. Infection dynamics of *Cichlidogyrus tilapiae* and *C. sclerosus* (Monogenea, Ancyrocephalinae) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) from Uganda. **Journal of Helminthology**, p. 1-9, 2011.

AKOLL, P., KONECNY, R., MWANJA, W. & SCHIEMER, F. Risk assessment of parasitic helminths on cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.). **Aquaculture**, p.123-127. 2012.

AZEVEDO. T. M., MARTINS, M. L., BOZZO, F. R. & MORAES, F. R. Haematological and gill responses in parasitized Tilapia from Valley of Tijucas River, SC, Brazil. **Scientia Agricola**. 63,2, p.115-120. 2006.

BLAHOUA, G. K., YAO, S. S., ETILÉ, R. N. & N'DOUBA, V. Distribution of gill Monogenean parasites from *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) in man-made Lake Ayamé I, Côte d'Ivoire. **African Journal of Agricultural Research**, 11,2, p. 117-129, 2016.

BORGHETTI, J. R. & TEIXEIRA DA SILVA, U. A. Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. In: OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J. R. & SOTO, D. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer**. Brasília:FAO, 2008. p. 73-94.

BOSCARDIN, N. D. 2008. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J. R. & SOTO, D. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer**. Brasília:FAO, 2008. p. 27-72.

BOUNGOU, M., KABRE, G. B., MARQUES, A. & SAWADOGO, L. Dynamics of population of five monogeneans of *Oreochromis niloticus* Linné, 1758, in the Dam of Loumbila and possible interest in intensive pisciculture. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 11,10, p. 1317-1323. 2008.

BRITTO , Y. C. T. & SILVA-SOUZA, A. T. Temporal variation of monogeneans component community in the gills of *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) in fish farming in northern Parana state, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 12,4, p. 333-342, 2017.

CANONICO, G., C., ARTHINGTON, A., MCCRARY, J. K. & THIEME, M. L. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**, 15, p.463-483, 2005.

DUNZ, A. R. & SCHLIEWEN, U. K. Molecular phylogeny and revised classification of the haplotilapiine cichlid fishes formerly referred to as "Tilapia". **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 68, p. 64–80 2013.

FERRARI-HOEINGHAUS A.P., TAKEMOTO R. M., OLIVEIRA L.C., MAKRAKIS M.C. & BAUMGARTNER G. Host-parasite relationships of monogeneans in gills of *Astyanax altiparanae* and *Rhamdia quelen* of the São Francisco Verdadeiro River, Brazil. 2006. **Parasite**, 13, p.315-320, 2006.

GHIRALDELLI, L., MARTINS, M. L., JERÔNIMO, G. T., YAMASHITA, M.M. & ADAMANTE, W. B. Ectoparasites communities from *Oreochromis niloticus* cultivated in State of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 1,2, p. 181-190. 2006.

GRAÇA, R. J. & MACHADO, M. H. Ocorrência e aspectos ecológicos de metazoários parasitos de peixes do Lago do Parque do Ingá, Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29,3, p 321-326. 2007.

JERÔNIMO, G. T., SPECK, G. M., CECHINEL, M. M., GONÇALVES, E. L.T. & MARTINS, M. L. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 71, 3, p. 365-373. 2011.

JIMÉNEZ-GARCÍA, M. I., VIDAL-MARTÍNEZ, V. M. & LÓPEZ-JIMÉNEZ, S. Monogeneans in introduced and native Cichlids in México: Evidence for transfer. **The Journal of Parasitology**, 87,4, p. 907-909. 2001.

LIZAMA, M. A. P., TAKEMOTO, R. M., RANZANI-PAIVA, M. J. T., AYROZA, L. M. S. & PAVANELLI, G. C. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29, 2, p. 223-231. 2007

MADI, R. R & UETA, M. T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea: Dactylogyridae), parasito de *Geophagus brasiliensis* (Pisces: Cichlidae), como indicador ambiental. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 18,2, p.38-41. 2009

MARTINS, M. L., SÁ, A. R. S., JERÔNIMO, G. T., TANCREDO, K. R., GONÇALVES, E. L. T., BAMPI, D., SPECK, G. M. & SANDIN, A. M. Microhabitat preference and seasonality of gill monogeneans in Nile Tilapia reared in Southern Brazil. **Neotropical**

Helminthology, 8,1, p. 47-58. 2014.

ÖZTÜRK, T. & ÖZER, A. Monogenean fish parasites, their host preferences and seasonal distributions in the Lower Kizilirmak Delta (Turkey). **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 14, p. 367-378, 2014.

PANTOJA, W. M. F., NEVES, L. R., DIAS, M. K. R., MARINHO, R. G. B., MONTAGNER, D. & TAVARES-DIAS, M. Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. **Revista MVZ Córdoba**, 17,1, p.2812-2819, 2012.

PARISELLE, A. & EUZET, L. *Scutogyrus* gen. n. (Monogenea: Ancyrocephalidae) for *Cichlidogyrus longicornis minus* Dossou, 1982, *C. l. longicornis*, and *C. l. gravivaginus* Paperna and Thurston, 1969, with description of three new species parasitic on African cichlids. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, 62,2, p. 157-173, 1995.

PARISELLE, A. & EUZET, L. Systematic revision of dactylogyridean parasites (Monogenea) from cichlid fishes in Africa, the Levant and Madagascar. **Zoosystema**, 31,4, p. 849- 898, 2009.

POULIN, R. Are there general laws in parasite ecology? **Parasitology**, 134, p.763-776, 2007.

RANZANI-PAIVA, M. J. T., FELIZARDO, N. N. & LUQUE, J. L. Parasitological and hematological analysis of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757 from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 27,3, p. 231-237, 2005.

TAVARES-DIAS, M., MORAES, F.R., MARTINS, M.L., KRONKA, S. N. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pagues” do município de Franca, São Paulo, Brasil. II. Metazoários. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18 (supl. 1), p.81-95, 2001.

TOMBI, J., AKOUMBA, J. F. & BILONG BILONG, C. F. The monogenean community on the gills of *Oreochromis niloticus* from Melen fish station in Yaounde, Cameroon. **International Journal of Modern Biological Research**, 2, p. 16-23, 2014.

VANHOVE, M. P. M., HABLÜTZEL, P. I., PARISELLE, A., ŠIMKOVÁ, A., HUYSE, T. & RAEYMAEKERS, J. A. M. Cichlids: A host of opportunities for evolutionary parasitology. **Trends in Parasitology**, 10, p. 1-13, 2016.

VON ZUBEN, C. J. & NERING, C. M. **Métodos Quantitativos em Parasitologia**. FUNEP, Jaboticabal, 2010.

ZAGO A. C., FRANCESCHINI, L., GARCIA, F., SCHALCH, S. H. C., GOZI, K. S. & SILVA, R. J. Ectoparasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage farming in a hydroelectric reservoir in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, 23,2, p.171-178. 2014.

CAPÍTULO 3

Comunidade componente de Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937 parasitos de *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) em dois sistemas de produção no norte do Estado do Paraná, Brasil.

Abstract: In order to evaluate the structure and composition component community of Ancyrocephalidae in *Oreochromis niloticus* adults in two production systems and its influence on hosts healthiness, 105 fishes were analyzed. From the earthen ponds, 54 fish were analyzed and from net cages, 51 fish were studied. The gills of each specimen were removed and examined with stereomicroscopic magnification for the collection of all monogeneans. Each parasite was assembled on histological slides containing Gray & Wess and they were identified using information found in the specialized literature, then their ecological indexes were calculated: population and community. The total length and body mass values obtained with the help of an ichthyometer and analytical balance were used to calculate the relative condition factor (Kn). The highest values of prevalence and average abundance obtained in fish earthen ponds, and there was no difference between the values of average intensity of infestation by most species of parasites. The composition was the same in the two studied fish farms. However, the ancyrocephalids recorded lower diversity, greater dominance and total abundance in earthen ponds. Infestation by monogeneans did not influence the healthiness of *O. niloticus* in earthen pond, affecting fish health in net tanks

Keywords: Cichlidae; parasitism; Monogenea; relative condition factor; production regimes.

Resumo. Comunidade componente de Ancyrocephalidae Bychowsky, 1937 parasitos de *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) em dois sistemas de produção no norte do Estado do Paraná, Brasil. Visando avaliar a estrutura e composição da comunidade componente de Ancyrocephalidae, em adultos de *Oreochromis niloticus* em dois sistemas de produção, e sua influência na saúde dos hospedeiros, foram analisados 105 peixes. Dos tanques escavados, foram analisados

54 indivíduos e, dos tanques-rede foram estudados 51 peixes. As brânquias de cada espécime foram retiradas e examinadas com ampliação em microscópio estereoscópico para a coleta de todos os monogenóides. Cada parasito foi montado em lâminas histológicas contendo Grey & Wess e foram identificados utilizando-se informações presentes em literatura especializada. Calculou-se os índices ecológicos populacionais e de comunidade. Os valores de comprimento total e de massa corporal, obtidos com auxílio de ictiômetro e de balança analítica, foram utilizados para o cálculo do fator de condição relativo (Kn). Os maiores valores de prevalência e de abundância média foram obtidos no tanque escavado, não havendo diferença entre os valores de intensidade média de infestação pela maioria das espécies de parasitos. A composição foi a mesma nas duas pisciculturas estudadas. Entretanto, os ancyrocefalídeos registraram uma menor diversidade, maior dominância e abundância no tanque escavado. A infestação por monogenóides não influenciou a higidez de *O. niloticu* em tanque escavado, afetando a saúde dos peixes em tanques-rede.

Palavras-chave: Cichlidae; parasitismo; Monogenoidea; fator de condição relativo; regimes de produção.

Introdução

Tilápia é nome vulgar dado a um grupo de ciclídeos africanos com grande interesse econômico e com ampla distribuição global (Canónico *et al.*, 2005; Vanhove *et al.* 2016). Dentre os três gêneros, *Coptodon*, *Sarotherodon* e *Oreochromis*, que compõem esse grupo, *Oreochromis* é mais utilizada para produção, principalmente pelo rápido crescimento e ampla tolerância a mudanças ambientais (Canónico *et al.*, 2005). *Oreochromis niloticus* foi introduzida em 1952 no Brasil e passou a ser a espécie mais cultivada em pisciculturas a partir de 2002 (Boscardin, 2008). Os sistemas de produção mais utilizados para criação dessa espécie são o semi-intensivo e o intensivo, diferindo, principalmente, pela densidade de peixes (Borghetti & Teixeira da Silva, 2008).

Nos sistemas semi-intensivos os peixes são criados em tanques escavados e são empregadas tecnologias bem desenvolvidas, envolvendo hapas de reprodução, aeradores, controle da qualidade de água e uso de ração comercial. No sistema intensivo o arroçoamento também é constante, mas a densidade de peixes é maior e

são criados em tanques-rede geralmente montados em grandes reservatórios, com alta renovação de água e técnicas mais controladas de manejo (Borghetti & Teixeira da Silva, 2008; Mori *et al.* 2015).

O ambiente confinado proporciona alta infestação por ectoparasitos, principalmente as espécies com ciclo de vida livre, como os monogenóideos (Tavares-Dias *et al.* 2001; Marengoni, 2006; Lizama *et al.* 2007a; Akoll *et al.* 2012a). Ancyrocephalidae (Monogenea), particularmente os gêneros *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 e *Scutogyrus* Pariselle & Euzet, 1995 (Pariselle & Euzet, 2009), são parasitos branquiais de *O. niloticus*, sendo *Cichlidogyrus* o gênero com maior número de espécies responsáveis por parasitar ciclídeos africanos (Pariselle & Euzet 2009; Vanhove *et al.* 2016).

A influência de parasitos brânquias afetando a saúde dos hospedeiros pode ser verificada utilizando-se o cálculo do fator de condição relativo (Kn) (Ranzani-Paiva & Silva-Souza, 2004). O Kn foi utilizado para avaliar possíveis influencias do parasitismo na higidez de peixes em ambientes naturais (Ranzani-Paiva & Silva-Souza, 2004, Silva-Souza & Ludwig, 2005, Lizama *et al.* 2006, Blahoua *et al.* 2016) e em pisciculturas (Tavares-Dias *et al.* 2002; Lizama *et al.* 2007^a; Lizama *et al.* 2007b; Marengoni *et al.* 2009; Pantoja *et al.* 2012).

Dessa forma, objetivou-se determinar o efeito dos monogenoideos na saúde de adultos de *O. niloticus* criados em tanques-rede e tanques escavado. Assim como, pretende-se avaliar a estrutura e a composição da comunidade componente de Ancyrocephalidae de adultos de *O. niloticus* em dois sistemas de produção no norte do Estado do Paraná, Brasil.

Material e Métodos

Foram analisados 105 exemplares de *Oreochromis niloticus*, sexualmente revertidos. Destes, 54 foram coletados com redes de arrasto ou tarrafas, em tanque escavado com 3200m² de lâmina d'água e densidade de cinco peixes por m² de uma Estação de Piscicultura localizada no município de Rolândia, PR (51°25'28,0" O, 23°16'13,7" S), nos meses de março, agosto e novembro de 2010. Os outros 51 foram retirados com puçás, de tanque-rede com 6m³ e densidade variando de 800 a 1000 peixes/m³, instalados na represa de Capivara, região do baixo rio Paranapanema (51° 17'35,8" O, 22°46'34,0" S), nos meses de abril, agosto e novembro de 2010.

Para caracterização ambiental, no momento de captura dos peixes em cada

tanque, foram obtidos os valores de concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) e de temperatura (C°) da água, utilizando-se Oxímetro modelo Y55 com termistor acoplado ao aparelho.

Todos os peixes foram pesados (massa corporal - Wt - em gramas) em balança analítica e medidos (comprimento total – Lt - em centímetros) com auxílio de um ictiômetro. Os dados de massa total (Wt) e comprimento total (Lt) foram utilizados para ajustar a curva da relação Wt/Lt. Os valores de **a** (0,020) e **b** (3,016) foram usados para calcular a massa teoricamente esperada (We) para cada comprimento ($We=a.Lt^b$). Para cada peixe, foi calculado o fator de condição relativo ($Kn=Wt/We$).

As brânquias de cada peixe foram retiradas e detalhadamente analisadas com uso de microscópio estereoscópico, para coleta de todos os monogenóides. Os parasitos foram coletados, fixados em solução de A.F.A (álcool, formol e ácido acético), conservados em álcool e, posteriormente, montados um a um em lâmina histológica contendo solução de Grey & Wess (Eiras *et al.* 2000). As espécies foram identificadas utilizando-se chave de identificação proposta por Pariselle & Euzet 2009 e literaturas específicas (Paperna 1964, Paperna & Thurston 1969, Ergens 1981, Douëllou 1993, Pariselle & Euzet 1995 e Pariselle *et al.* 2003).

Os índices populacionais de Prevalência (P%), Intensidade Média (IM) e Abundância Média (AM) (Bush *et al.* 1997) com os respectivos desvios padrão foram calculados utilizando-se o Software GraphPad InStat, versão 3.05 para cada espécie, e foram comparados entre os sistemas de produção utilizando-se teste estatístico não paramétrico “U” de Mann -Whitney com o Software GraphPad InStat, versão 3.05.

Os monogenóides que continham ovo foram contados para o cálculo da frequência relativa, determinada pela proporção entre o número de parasitos de cada espécie no total coletado. Os resultados obtidos para cada espécie foram comparados entre os sistemas de cultivo pelo teste estatístico Qui quadrado, utilizando-se o Software GraphPad InStat, versão 3.05.

A estrutura da comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de *O. niloticus* foi analisada pela riqueza, abundância total, índices de Diversidade de Brillouin e de Dominância de Berger-Parker, em cada piscicultura. Os valores dos índices foram calculados e comparados pelo teste estatístico “t” de Student com auxílio do Programa Past, versão 3.0.

O valor médio de Kn dos peixes parasitados e não parasitados foi comparado ao valor teórico $Kn=1,0$, pela aplicação do teste “t” de Student. Para verificar a

correlação entre o fator de condição relativo (Kn) e a abundância total de parasitos foi utilizado a correlação de Pearson (r). As comparações estatísticas dos valores médios de massa (Wt), comprimento total (Lt) e fator de condição relativo (Kn), entre os indivíduos parasitados e não parasitados em cada piscicultura, foram realizadas utilizando-se o teste não paramétrico “U” de Mann Whitney, com auxílio do Software GraphPad InStat, versão 3.05.

Para todas as análises estatísticas foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Em ambas pisciculturas estudadas foram registrados os menores valores de oxigênio dissolvido e de temperatura no mês de agosto, com o menor valor obtido no tanque escavado. Os maiores valores de temperatura foram obtidos nas amostras de água retiradas do tanque-rede (Tabela I).

No tanque escavado, 53,7% dos peixes analisados estavam com as brânquias parasitadas por pelo menos uma espécie de Ancyrocephalidae. Por outro lado, no tanque-rede, 90,2% dos espécimes tinham pelo menos duas espécies de monogenóideos nas brânquias. Em ambas as pisciculturas, a comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de *O. niloticus* encontrava-se composta por *Cichlidogyrus sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae*, *C. tilapiae*, *C. halli* e *Scutogyrus longicornis*.

Tabela I. Valores da concentração de oxigênio dissolvido (OD) e da temperatura (Temp.) da água em tanque escavado e tanque-rede, no norte do Estado do Paraná, Brasil, no momento de captura dos espécimes de *Oreochromis niloticus*.

Mês	Tanque escavado		Tanque-rede	
	OD (mg/l)	Temp.(°C)	OD (mg/l)	Temp.(°C)
Março/Abril	4,8	20,2	5,9	24,3
Agosto	7,0	18,5	7,5	19,4
Novembro	6,7	23,8	7,1	26,5
Média	6,2±2,7	20,8±1,2	6,8±0,8	23,4±3,4

No tanque escavado os maiores valores de prevalência, intensidade média e

de abundância média foram obtidos para *C. sclerosus*. Entretanto no tanque-rede, *C. halli* compreendeu a espécie mais prevalente e, também, com os maiores valores de intensidade média e de abundância média (Tabelas II). *Cichlidogyrus tilapiae* compreendeu a espécie com menor abundância média nas duas pisciculturas (Tabela II). Comparando os dois sistemas, todas as espécies de monogenódeos apresentaram valores mais altos de abundância média no tanque-rede ($p < 0,05$). Os valores de prevalência diferiram entre os dois sistemas de cultivo, com os maiores valores registrados no tanque-rede ($p < 0,05$), exceto para os peixes que estavam parasitados por *C. sclerosus* ($p = 0,17$). Por outro lado, somente os valores de intensidade média de *C. rognoni* diferiram entre as pisciculturas, sendo o maior verificado para os peixes no tanque escavado ($p = 0,001$) (Tabela II).

Todas as espécies de ancyrocefalídeos apresentaram indivíduos com ovos nos dois ambientes estudados, sendo a maior porcentagem encontrada em tanque-rede ($p < 0,0001$). As maiores proporções de *C. thurstonae* ($p < 0,0001$) e *S. longicornis* ($p = 0,024$) com ovo também foram encontradas no tanque-rede. Entretanto, a porcentagem de espécimes de *C. sclerosus*, *C. rognoni*, *C. tilapiae* e *C. halli* com ovo, foi igualmente ($p > 0,05$) registrada nos dois ambientes estudados (Figura 1).

Tabela II. Prevalência (P), Intensidade Média (IM) e Abundância Média (AM), com os respectivos desvios padrão (s) e valores mínimo-máximo (min-máx), número total de indivíduos (N) das espécies de Ancyrocephalidae, parasitas branquiais de *Oreochromis niloticus* criados em tanque escavado (TE) e tanque-rede (TR), em pisciculturas no norte do Paraná, Brasil.

Espécies	Sistema de produção	P (%)	IM±s (min-max)	AM±s (min-max)	N
<i>C. sclerosus</i>	TE	44	13,8±23,3 (1-111)	6,1±16,9 (0-111)	331
	TR	59	16,2±21,5 (1-72)	13,5 ±20,6 (0-72)	486
<i>C. rognoni</i>	TE	31	2,8±4,6 (1-20)	0,9±2,9 (0-20)	48
	TR	55	8,8±9,0 (1-32)	7,3±8,9 (0-32)	249
<i>C. thurstonae</i>	TE	39	11,4±12,3 (1-49)	4,3±9,3 (0-49)	234
	TR	65	12,3±17,2 (1-75)	9,3±16,3 (0-75)	405
<i>C. tilapiae</i>	TE	19	2,6±3,2 (1-11)	0,5±1,7 (0-11)	26
	TR	25	1,5±0,7 (1-8)	1,1±1,7 (0-8)	20
<i>C. halli</i>	TE	11	10,0±7,6 (1-18)	1,1±3,9 (0-18)	60
	TR	82	39,8±65,2 (1-365)	33,4±61,4 (0-365)	1670
<i>S. longicornis</i>	TE	28	4,9±7,0 (1-29)	1,4±4,2 (0-29)	74
	TR	59	11,2±13,8 (1-49)	9,1±13,1 (0-49)	337

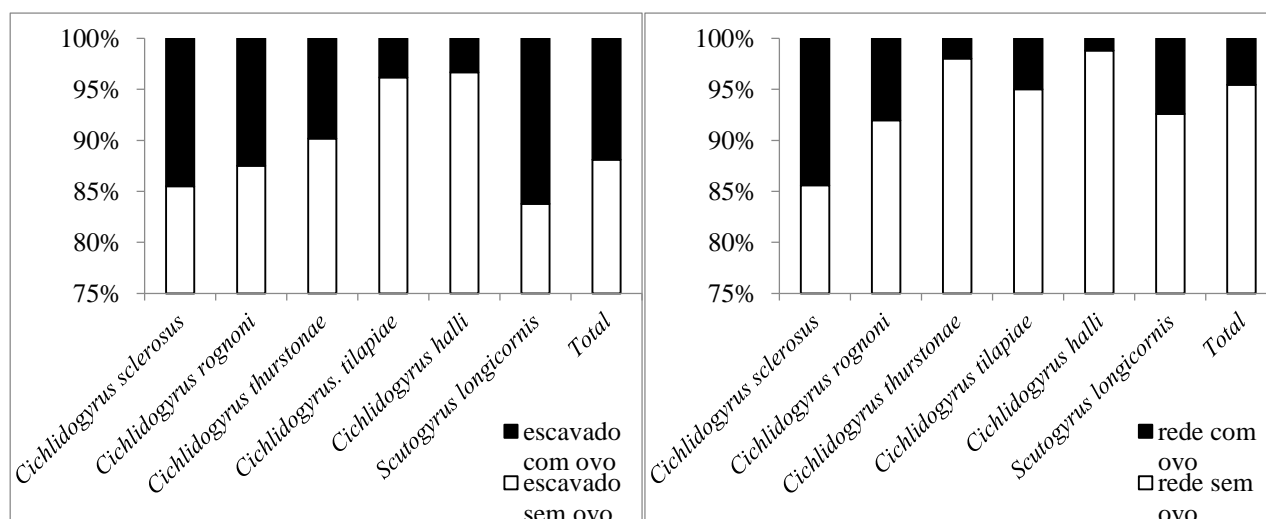


Figura 1. Frequência relativa de indivíduos com ovo, de cada espécie da comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de exemplares de *Oreochromis niloticus*, capturados em tanque escavado e tanque-rede, em pisciculturas no norte do Estado do Paraná, Brasil.

A composição da comunidade componente de Ancyrocephalidae foi a mesma nos peixes coletados nas duas pisciculturas. No entanto, a estrutura dessas comunidades diferiu. Nas tilápias-do-Nilo coletadas no tanque escavado a

comunidade componente apresentou abundância igual a 773 ancyrocefalídeos, e, nos exemplares oriundos do tanque-rede, a abundância foi 3167, ou seja, cerca de quatro vezes maior (Tabela III). Por outro lado, no tanque-rede, a diversidade foi menor ($p=0,009$) e a dominância maior ($p=0,001$) (Tabela III). *Cichlidogyrus halli* foi a espécie dominante no tanque-rede, enquanto *C sclerosus* dominou no tanque escavado (Tabela II e Figura 1).

Dos 773 ancyrocefalídeos coletados das brânquias das tilápias-do-Nilo do tanque escavado, 331 (42,8%) eram *C. sclerosus*, 234 (30,3%) *C. thurstonae*, 60 (7,8%) *C. halli*, 48 (6,2%) *C. rognoni*, 26 (3,4%) *C. tilapiae* e 74 (9,6%) eram *Scutogyrus longicornis*. Entretanto no tanque-rede, dos 3167 monogenóideos obtidos, 1670 (52,7%) eram *C. halli*, 486 (15,3%) *C. sclerosus*, 405 (12,8%) *C. thurstonae*, 249 (7,9%) *C. rognoni*, 20 (0,6%) *C. tilapiae* e 337 (10,6%) *S. longicornis*. A abundância relativa de *S. longicornis* e de *C. rognoni* foi a mesma ($p>0,05$) nos dois sistemas de cultivo, enquanto a de *C. tilapiae* foi maior (3,4%) no tanque escavado ($p<0,001$) (Figura 2).

Tabela III. Estrutura da comunidade componente de Ancyrocephalidae, parasitos branquiais de *Oreochromis niloticus*, criados em tanque escavado e tanque-rede, no norte do Estado do Paraná, Brasil.

	Tanque escavado	Tanque rede
Riqueza	6	6
Abundância	773	3167
Diversidade de Brillouin	1,42	1,35
Dominância de Berger-Parker	0,43	0,53

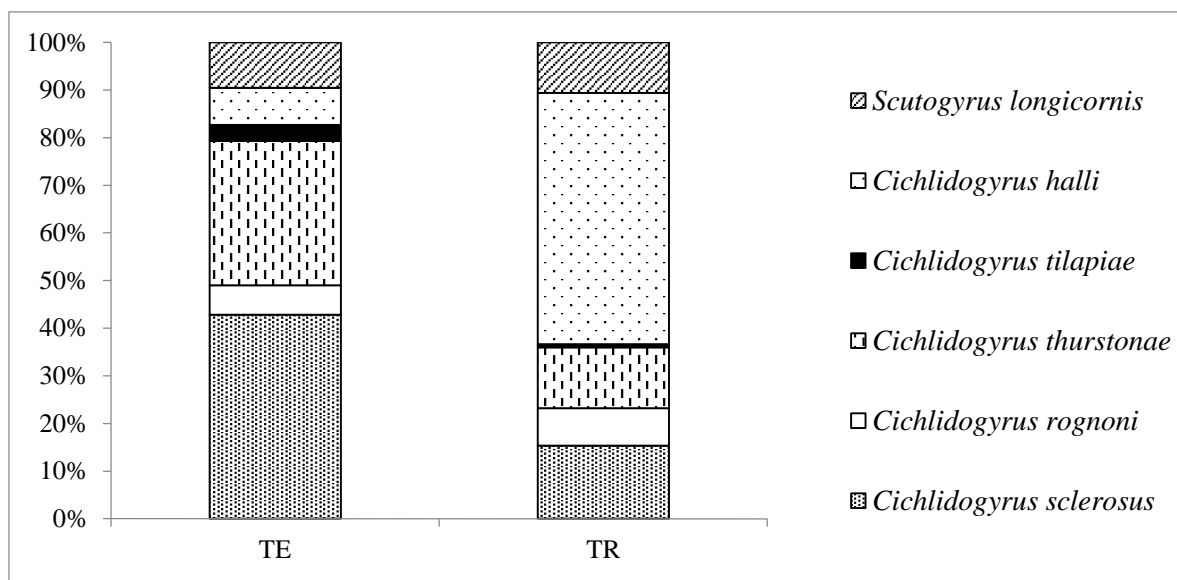


Figura 1. Abundância relativa das espécies de Ancyrocephalidae, parasitas branquiais de *Oreochromis niloticus*, procedentes de tanque escavado (TE) e tanque-rede (TR), de duas pisciculturas no norte do Estado do Paraná, Brasil.

Tabela IV. Valores médios de comprimento total (Lt), valores médios de massa total (Wt), valores médios do fator de condição relativo (Kn), com desvios padrão e valores mínimos (min) e máximos (max) dos indivíduos de *Oreochromis niloticus* com brânquias não parasitadas (NP) e parasitadas (P) por Ancyrocephalidae, em tanque escavado (TE) e tanque-rede (TR) no norte do Paraná, Brasil. (p = probabilidade de significância).

Sistema de produção	Condição	N	Lt±s (min-máx)	Wt±s (min-máx)	Kn ±s (min-máx)	p	Interpretação
TE	P	29	31,05±2,29 (26,50-36,50)	681,17±167,27 (384,60-1056,90)	1,03±0,07 (0,89-1,23)	0,019	Kn>1,0
	NP	25	30,82±(2,41) (25,7-35,3)	671,35±140,93 (380,10-874,00)	1,05±0,08 (0,79-1,15)	0,007	Kn>1,0
TR	P	46	31,70±3,99 (24,30-40,70)	692,65±281,61 (245,50-1493,30)	0,96±0,08 (0,75-1,20)	0,001	Kn<1,0
	NP	5	31,40±3,29 (28,40-37,00)	692,76±183,01 (488,00-632,20)	1,03±0,08 (0,89-1,10)	0,549	Kn=1,0

Os peixes parasitados do tanque-rede tinham os mesmos valores médios de Lt ($p=0,411$), Wt ($p=0,949$) e Kn ($p=0,132$) dos não parasitados. Tanto os indivíduos parasitados como os não parasitados estavam com a massa corporal acima da teoricamente esperada ($Kn>1,0$, $p=0,003$). Apesar dos espécimes do tanque escavado apresentarem, em média, os mesmos valores de Lt ($p=0,723$) e Wt ($p=0,818$), a massa corporal dos indivíduos parasitados era abaixo da teoricamente esperada ($Kn<1,0$, $p=0,004$) (Tabela IV).

Embora as tilápias-do-Nilo parasitadas e não parasitadas dos dois sistemas

de cultivo tivessem, em média, valores iguais de Lt e Wt ($p>0,05$), as parasitadas do tanque-rede apresentaram valor médio de Kn menor que as parasitadas do tanque escavado ($p=0,0001$). No entanto, não foi constatada correlação entre o valor de Kn e a abundância de parasitos, em ambas as pisciculturas ($p>0,05$), não sendo as tilápias-do-Nilo com menores valores de Kn as mais abundantemente parasitadas (Tabela IV).

Discussão

A composição da comunidade componente de Ancyrocephalidae das brânquias de *O. niloticus*, em ambas as pisciculturas avaliadas, foram iguais. Diferiram da registrada em ambiente natural africano por Blahoua *et al.* (2016) somente pela presença de *C. cirratus* e ausência de *C. sclerosus*. No Brasil, a mesma composição foi registrada nas brânquias de tilápias-do-Nilo em outra piscicultura, tanque escavado, no Norte do Estado do Paraná (Britto & Silva-Souza, 2017). Entretanto, em Santa Catarina, sul do Brasil, foram encontradas *C. sclerosus*, *C. halli*, *C. thurstonae*, *C. tilapiae* e *S. longicornis*, não sendo registada *C. rognoni* (Jerônimo *et al.* 2011, Martins *et al.* 2014). No Estado de São Paulo, somente foram encontradas *C. sclerosus*, *C. halli*, *C. thurstonae* e *S. longicornis* (Lizama *et al.* 2007a; Zago *et al.* 2014). As tilápias-do-Nilo procedentes de pisciculturas no Estado do Amapá estavam parasitadas apenas por *C. tilapiae* (Pantoja *et al.* 2011).

A abundância total de monogenóideos (3167) encontrada nas brânquias de *O. niloticus*, no tanque-rede, foi a maior registrada até o momento, no Brasil. Lizama *et al.* (2007a) avaliando *O. niloticus* em tanque escavado, no Estado de São Paulo, encontraram 1002 ectoparasitos, Britto & Silva-Souza (2017) estudando adultos de *O. niloticus* registraram 1261 ancyrocefalídeos e, em juvenis coletados em tanque escavado, Britto & Silva-Souza (em preparação) encontraram 1305. Um dos fatores que favorecem o desenvolvimento dos monogenóideos é a rapidez do ciclo biológico, quantidade de ovos e de jovens produzidos por espécie de parasito (Crespo & Crespo 2003). No entanto, apesar da maior abundância total de parasitos e a maior prevalência de peixes parasitados tenham ocorrido no tanque-rede, a porcentagem de indivíduos com ovo foi menor que a encontrada no tanque escavado. Não indicando, portanto, que a reprodução seja o fator que favoreça a alta abundância total nos peixes criados em tanque-rede.

Outro fator a ser considerado é o adensamento de peixes, pois a baixa

densidade é responsável pela manutenção de baixa abundância de ectoparasitos e com o distanciamento entre os hospedeiros, reduz o desenvolvimento dos monogenóides (Crespo & Crespo, 2003; Martins *et al.* 2010). Por outro lado, a proximidade dos peixes nos tanques-rede favorecem o sucesso da transmissão do estágio infestante, pois os oncomiracídeos são ativamente ligados à pele dos hospedeiro migrando, posteriormente, para as brânquias ou ligam-se diretamente aos filamentos com a passagem da água pelas brânquias (Paperna, 1996). Dessa forma, a maior abundância total e maior porcentagem de peixes infestados no tanque-rede pode estar associado a alta densidade de peixes, pois a proximidade e contato facilitam a transferência dos parasitos. A proximidade dos tanques-rede e fluxo de água também podem favorecer a transmissão dos oncomiracídeos, conforme proposto por Akoll *et al.*(2012b).

A presença de tanques-rede favorece a eutrofização da água, pela deposição de restos alimentares e fezes dos peixes abaixo das gaiolas, com consequente redução de oxigênio dissolvido e material promovido pela decomposição (Sipaúba-Tavares *et al.* 2016). A entrada de nutrientes no ambiente aquático possibilita a irritação nos filamentos branquiais dos peixes, tornando-os estressados e suscetíveis à infestação por monogenóides (Skinner, 1982; Madi & Ueta, 2009). Entretanto, no presente trabalho, o menor valor de concentração de oxigênio dissolvido da água, verificadas no momento da coleta de *O. niloticus*, foi registrado no tanque escavado.

A presença de monogenóides não influenciou a saúde de *O. niloticus* , em tanque escavado, semelhante ao verificado por Pantoja *et al.* (2012) no Amapá, Brasil. O parasitismo pode não ter ocorrido em tempo suficiente para prejudicar o crescimento do peixe, como sugerido por Tavares-Dias *et al.* (2002). Por outro lado, ancyrocefalídeos branquiais influenciaram a higidez dos peixes em tanque-rede, a massa corporal dos indivíduos parasitados foi menor que a teoricamente esperada, no presente trabalho. Entretanto, não houve relação entre a abundância dos parasitos com o fator de condição dos peixes. Dessa forma, a infestação pelos parasitos, somado ao estresse entre os peixes em ambiente confinado, alta densidade, competição por alimento, manejo constante, podem ter contribuído com o estado geral de saúde de *O. niloticus* criados em tanque-rede.

Neste contexto, os resultados deste estudo demonstram que a composição da comunidade componente de Ancyrocephalidae, mantem-se a mesma, enquanto a estrutura é diferente, nos dois sistemas de cultivo analisados. A produção em sistema

intensivo se diferencia pela alta abundância e altos valores de prevalência de *O. niloticus* parasitados com monogenódeos branquiais. A reprodução não foi o fator que promoveu tais valores, podendo, sim, ter sido influenciado pelo ambiente e pelo manejo sistemático. Os parasitos afetaram a saúde de *O. niloticus* apenas em tanque-rede, devendo, portanto, ser considerado a redução da massa corporal do peixe quando associado a infestação por monogenódeos em ambientes confinados.

Referências

AKOLL, P., KONECNY, R., MWANJA, W. M., NATTABI, J. K., AGOE, C., SCHIEMER, F. Parasite fauna of farmed Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*) in Uganda. **Parasitology Research**, 110, p.315-323, 2012a

AKOLL, P., KONECNY, R., MWANJA, W., SCHIEMER, F. RISK. assessment of parasitic helminths on cultured Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.). **Aquaculture**, p.123-127, 2012b

BLAHOUA, G. K., YAO, S. S., ETILÉ, R. N. & N'DOUBA, V. Distribution of gill Monogenean parasites from *Oreochromis niloticus* (Linné, 1758) in man-made Lake Ayamé I, Côte d'Ivoire. **African Journal of Agricultural Research**, 11, 2, p. 117-129. 2016.

BORGHETTI, J. R. & TEIXEIRA DA SILVA, U. A. Principais sistemas produtivos empregados comercialmente. In: OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J. R. & SOTO, D. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer**. Brasília:FAO, 2008. p. 73-94.

BOSCARDIN, N. D. 2008. A produção aquícola brasileira. In: OSTRENSKY, A., BORGHETTI, J. R. & SOTO, D. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: O desafio é crescer**. Brasília:FAO, 2008. p. 27-72.

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

BRITTO, Y. C. T. & SILVA-SOUZA, A. T. Temporal variation of monogenoideans component community in the gills of *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) in fish farming in northern Parana state, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 12,4, p.333-342, 2017.

CANONICO, G., C., ARTHINGTON, A., MCCRARY, J. K. & THIEME, M. L. The effects of introduced tilapias on native biodiversity. **Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems**, 15, p.463-483, 2005.

CRESPO JF & CRESPO RF. Monogenean parasites in Mexican fish: a recapitulation. **Técnico Pecuaria México**. 41, p.175-192, 2003.

DOUËLLOU, L. Monogeneans of the genus *Cichlidogyrus* Paperna 1960 (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) from cichlid fishes of lake Kariba (Zimbabwe) with

descriptions of five new species. **Systematic Parasitology**, 625, p. 159-186, 1993.

EIRAS, J. C., TAKEMOTO, R. M. & PAVANELLI, G. C. **Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes**. Maringá:EDUEM. 2000.

ERGENS, R. Nine species of the genus *Cichlidogyrus* Paperna, 1960 (Monogenea: Ancyrocephalinae) from egyptian fishes. **Folia Parasitologica**, 28, p. 205-214, 1981.

JERÔNIMO, G. T., SPECK, G. M., CECHINEL, M. M., GONÇALVES, E. L.T. & MARTINS, M. L. Seasonal variation on the ectoparasitic communities of Nile tilapia cultured in three regions in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 71, 3, p. 365-373, 2011.

LIZAMA, M.A., TAKEMOTO, R. M., PAVANELLI, G. Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/lenght relation and relative condition facto of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the upper Paraná river floodplain, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 15, 3, p.11-122, 2006.

LIZAMA, M. A. P., TAKEMOTO, R. M., RANZANI-PAIVA, M. J. T., AYROZA, L. M. S. & PAVANELLI, G. C. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 1. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29, 2, p. 223-231, 2007a.

LIZAMA, M. A. P., TAKEMOTO, R. M., RANZANI-PAIVA, M. J. T., AYROZA, L. M. S. & PAVANELLI, G. C. Relação parasito-hospedeiro em peixes de pisciculturas da região de Assis, Estado de São Paulo, Brasil. 2. *Piaractus mesopotamicus*. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, 29, 4, p.437-445, 2007b.

MADI, R. R. & UETA, M. T. O papel de Ancyrocephalinae (Monogenea:Dactylogyridae) parasito de *Geophagus brasiliensis* (pisces: Cichlidae) como indicador ambiental. **Revista Brasileira Veterinária**. 18,2, p.38-41,2009.

MARENGONI, N. G. Production of the Nile Tilapia *Oreochromis niloticus* (Chitralada Strain) reared in cages with diferente stocking densities. **Archivos de Zootecnia**, 55, 210, p.127-138, 2006.

MARENGONI , N.G., SANTOS, R.S., GONÇALVES JÚNIOS, A.C., GINO, D.M., ZERBINATTI, D.C.P. & LIMA, F.S. Monogenoidea (Dactylogyridae) em tilápias-do-nil cultivadas sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 61, 2, p.393-400, 2009.

MARTINS, M. L., AZEVEDO, T.M.P., GHIRLDELL, L. & BERNARDI, N. Can the parasitic fauna no Nile tilapias be affected by different production systems? **Anais da Academia Brasileira de Ciências**N. 82, 2, p. 493-500, 2010.

MARTINS, M. L., SÁ, A. R. S., JERÔNIMO, G. T., TANCREDO, K. R., GONÇALVES, E. L. T., BAMPI, D., SPECK, G. M. & SANDIN, A. M. Microhabitat preference and seasonality of gill monogeneans in Nile Tilapia reared in Southern Brazil. **Neotropical Helminthology**, 8, 1, p. 47-58, 2014.

MORI, R. H., CHEDID R. A., BRACCINI, G. L., RIBEIRO R. P., OLIVEIRA, C. A. L., PRETTO-GIORDANO L. G. Prevalence of ectoparasites and bacteriological diagnosis in Nile tilapia bred in net-tanks in the Corvo's river, Paraná, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 36, p.1145-1154, 2015.

PANTOJA, W.M.F, TAVARES-DIAS, M., PINHEIRO, D.A., DIAS, M.K.R, MARINHO, R.G.B, MONTAGNER, D., NEVES, L.R. Fauna parasitária de Tilápia do Nilo de quatro pisciculturas de Macapá, Estado do Amapá. Anais **Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca**, AEP: FAEP, p.17, 2011.

PANTOJA, W. M. F., NEVES, L. R., DIAS, M. K. R., MARINHO, R. G. B., MONTAGNER, D. & TAVARES-DIAS, M. Protozoan and metazoan parasites of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* cultured in Brazil. **Revista MVZ Córdoba**, 17, 1, p. 2812-2819. 2012.

PARISELLE, A., BILONG BILONG, C. F. & EUZET, L. Four new species of *Cichlidogyrus* Paperna 1960, (Monogenea, Ancyrocephalidae) all gill parasites from African mouthbreeder tilapias of the genera *Sarotherodon* and *Oreochromis* (Pisces, Cichlidae), with a re-description of *C. thurstonae* Ergens, 1981. **Systematic Parasitology**, 56, p.201-210, 2003.

PARISELLE, A. & EUZET, L. *Scutogyrus* gen. n. (Monogenea: Ancyrocephalidae) for *Cichlidogyrus longicornis minus* Dossou, 1982, *C. l. longicornis*, and *C. l. gravivaginus* Paperna and Thurston, 1969, with description of three new species parasitic on african cichlids. **Journal of the Helminthological Society of Washington**, 62, 2, p.157-173, 1995.

PARISELLE, A. & EUZET, L. Systematic revision of dactylogyridean parasites (Monogenea) from cichlid fishes in Africa, the Levant and Madagascar. **Zoosystema**, 31, 4, p. 849- 898, 2009.

PAPERNA, I. Parasitic helminths of inland-water fishes in Israel. **Israel Journal of Zoology**, p.13:1-26. 1964.

PAPERNA, I. Parasites, infections and diseases of fishes in Africa - An update. **CIFA Technical Paper. Rome, FAO**. 31. 1996.

PAPERNA, I. & THURSTON, J. P. Monogenetic Trematodes collected from cichlid fish in Uganda; including the description of five new species of *Cichlidogyrus*. **Revue de Zoologie et de Botanique africaines**, 79, p.15-33, 1969.

RANZANI-PAIVA, M.J.T. & SILVA-SOUZA, A.T. Co-infestation of gills by different parasite groups in the Mullet, *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes, Mugilidae): effects on relative condition factor. **Brazilian Journal of Biology**. 64,3B, p. 677-682. 2004.

SILVA-SOUZA, A. T. & LUDWIG, G. Parasitism of *Cichlasoma paranaense* Kullander, 1983 and *Gymnotus carapo* Linnaeus, 1814 by *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) metacercariae in the Taquari River. **Brazilian Journal of Biology**, 65, 3):513-

519, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., MILLAH, R. N. M., MILSTIEN, A. Limnology of an integratede dage-pond aquaculture farm. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 28, 2016.

SKINNER, R. H. The interrelation of water quality, gill parasites, and gill pathology of some fishes from south Biscayne Bay, Florida. **Fishery Bulletin**, 80,2, p. 269-280, 1982.

TAVARES-DIAS, M., MORAES, F. R., MARTINS, M. L. & KRONKA, S. Fauna parasitária de peixes oriundos de “pesque-pagues” do município de Franca, São Paulo, Brasil. II Metazoários. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18, p. 81-85, 2001.

TAVARES-DIAS, M., MORAES, F. R., MARTINS, M. L., SANTANA, A. E. Haematological changes in *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: Cichlidae) with gill Ichthyophthiriasis and Saprolegniosis. **Boletim do Instituto de Pesca**. 28,1, p.1-9, 2002.

VANHOVE, M. P. M., HABLÜTZEL, P. I., PARISELLE, A., ŠIMKOVÁ, A., HUYSE, T. & RAEYMAEKERS, J. A. M. Cichlids: A host of opportunities for evolutionary parasitology. **Trends in Parasitology**, 10, p.1-13, 2016.

ZAGO A. C., FRANCESCHINI, L., GARCIA, F., SCHALCH, S. H. C., GOZI, K. S. & SILVA, R. J. Ectoparasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage farming in a hydroelectric reservoir in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, 23,2, p. 171-178, 2014.

3. CONCLUSÃO GERAL

As espécies de Ancyrocephalidae encontradas nas brânquias de adultos de *O. niloticus* foram *Cichlidogyrus halli*, *C. sclerosus*, *C. rognoni*, *C. thurstonae*, *C. tilapiae* e *Scutogyrus longicornis*. Essas espécies foram comuns tanto em peixes adultos criados em tanque escavado como em tanques-rede. Em juvenis de *O. niloticus* a composição da comunidade componente de ancirocefalídeos diferiu pela ausência de *C. halli*. Todas as espécies são africanas e foram introduzidas juntamente com *O. niloticus* para criação no Norte do Estado do Paraná, destacando neste estudo o primeiro registro de *C. rognoni* no Brasil.

Os índices populacionais e a estrutura da comunidade componente foram diferentes em cada período de estudos. Embora tais diferenças tenham sido verificadas, não houve um padrão, foram aleatórias.

A infestação por Ancyrocephalidae não afeta a higidez de juvenis e de adultos de *O. niloticus* criados em tanque escavado, porém influenciou a saúde dos peixes em tanques-rede.

O sistema de produção intensivo, tanques-rede, se destacou pela alta abundância de parasitos e altos valores de prevalência. Permitindo, portanto, inferir que a estrutura da comunidade componente de ancirocefalídeos em *O. niloticus*, no norte do Estado do Paraná apresenta-se associada ao sistema de cultivo e suas diferentes formas de manejo.

ANEXOS

ANEXO A

Normas do periódico: Pan-American Journal of Aquatic Sciences (PANAMJAS)

Aims and scope of the Journal

The *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*' aim is to be a fast and free of charge media for publication of original scientific articles in the Aquatic Sciences field, such as Biology and Ecology of aquatic organisms, Biodiversity, Biological-, Physical-, Chemical- and Geological Oceanography, Limnology, Coastal Management, Fisheries Biology, Aquatic Ecosystem, Management, Aquaculture and related areas. From 2014 on, our Journal will be accepting articles **only from the Americas**, and no more from other continents, unless manuscripts dealing with species related to the ones that inhabit our continent, and with a discussion comparing the biology or ecology of them.

Instructions for authors

Manuscripts submitted to the Pan-American Journal of Aquatic Sciences must be original, not published before (except in the form of an abstract, or as part of a published lecture, or thesis), not under consideration for publication elsewhere and approved by all authors as well as by the responsible authorities - tacitly or explicitly - at the institute where the work has been carried out prior to submission. **Our Journal will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.**

Authors are also responsible for obtaining the consent of their co-authors in order to include their names in the publication. Only the authors will be responsible for any disagreement arising after their article is published online at Pan-American Journal of Aquatic Sciences' site. Once published, no request from any co-author to delete his/her name from the publication, or any sort of modification in the publication's content will be accepted. In order to avoid authorship issues, please state in the cover letter that all co-authors agreed with its content and submission to our Journal, and that everyone meriting authorship have been so named.

Following submission, the manuscript will be pre-reviewed by the Editors and/or one of our Permanent Advisors (in the area of the manuscript). If pre-approved, it will be forwarded to three Reviewers according to the scope and specific area. Anonymity for both authors and reviewers will be preserved.

Acceptance will be based on the quality of the science, the appropriateness of the manuscript for our Journal and the quality of the English grammar. Authors whose mother tongue is not English **must** have their texts revised by a professional translator or an English native speaker colleague, otherwise will be rejected. Each manuscript must stand on its own merits and be a substantial contribution to the field.

Original manuscripts must be electronically submitted in a document attached to a formally sent e-mail to the Editors. Text in "ODT", "SXW", "DOCX", "DOC" or "RTF" file formats are preferred. Authors are asked to use A4 page size with 2 cm margins, Times New Roman 11 font and 1.5 lines as paragraph spacing. Figures may have high quality to allow electronic ("PDF") viewing with enough details.

During the publication process, authors might be asked to change some formatting or submit equations, tables or pictures separately, if necessary.

Submitted files must not exceed 2 MB in total to allow e-mailing. If high quality images are to be included in the article and that excessively increases the size of the file, authors may send them separately to the Editors who will create a draft version of fair quality to be sent to the Reviewers. However, we strongly recommend sending the complete manuscript in a single file, with Figures and Tables inserted in the correct place. Please, be aware that simply pasting figures in some text editors will create unnecessarily large files. Paste them properly to avoid this (using the “paste special” utilities). Full quality pictures will be included, though, in the article when editing the final (corrected) version.

Manuscripts not formatted according to these Instructions for Authors will be immediately returned to the authors. Please, see one of our published articles or contact the Editors to eliminate any doubts.

Submit, along with the manuscript, the names and e-mail addresses of 3 or more potential Reviewers (Referees) who cannot belong to the same institution and may have no recent collaboration links with the authors. All manuscript must be sent by e-mail to the following electronic address: [panamjas \(at\) gmail.com](mailto:panamjas@gmail.com).

Manuscripts arrangement:

Authors are responsible for the content of submitted manuscripts, which have to be written in English. Non-English speakers must submit the manuscript to a native speaker or professional translator prior submission to Pan-American Journal of Aquatic Sciences.

Sentences must not start with an abbreviation. Acronyms must be written in full on their first occurrence and SI units should be used. Scientific names should be italicized (not underlined) and not abbreviated in legends of Figures and Tables.

1) Research articles:

Title: concise and informative. The higher *taxa* containing the *taxa* dealt with in the paper should be indicated in parentheses: e.g. A taxonomic revision of the genus *Atlantoraja* (Elasmobranchii, Arynchobatidae).

Running headline: a short running headline of no more than 45 characters (including spaces) must be also provided.

Author(s): first names, middle names/initials, last names; postal addresses and e-mail addresses (Telephone/Fax number is not required). When authors belong to different institutions, an Arabic superscript number must be added and their addresses detailed below. Only the e-mail of the corresponding author must be indicated immediately after the postal address as in “... Rio de Janeiro, Brazil. E-mail: author@webmail.org”. Do not add all authors’ e-mails. Also, information on the professional or academic status (professor, PhD., student, trainee, etc.) must be avoided. Please inform the way the authors’ names should be abbreviated (and, later, cited)!

Abstract plus one Resumen (Spanish) or Resumo (Portuguese): It must concisely outline the scope of the manuscript (no more than 200 words for Research articles or

three lines for Scientific notes), informing the main findings and conclusions without methodologies or discussions. Any new names or new combinations proposed in the paper should be mentioned. The second language abstract must include the title of the article in the corresponding language.

Key Words: up to five, that do not appear in the title, in English and in the language of the second abstract. Do not insert a full stop after the last key word.

Following sections should include: Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments* (optional and brief) and References (see format below), as usual. Sections names must appear in low case and bold font and centered. Sub-section titles must appear also in low case and bold font aligned to the left.

*Acknowledgments: identify individuals by first initial and full surname (do not list professional titles), and institutions. Author may include collecting permits acknowledgments and any additional information concerning research grants, etc. If used, voucher-specimens must be identified with catalog number and name of the institution.

Tables: Should be numbered consecutively in Roman numerals and embedded in the manuscript as text, not pasted as a figure. If sent in a separate file (ex. in a spreadsheet file) consider that either the length or the width must fit an A4 page with 2 cm margins. Avoid abbreviations, except in the case of units. Each table must have its own title on the top, formatted in Times New Roman 10 font. In the text, tables should be referred as Table I, Tables II and III, Tables II-V, etc. The font in the tables as well as inside the figures must be Times New Roman, as for the text.

Figures: all figures must be embedded in the text. Please choose high resolution pictures. Prefer figures with the following extensions: jpg, tiff, png, bmp, gif. Other formats may be accepted after consulting the Editorial Board. Please, try not to exceed 1 MB per file in the initial submission. High quality color or black and white photographs, or computer-generated figures (e.g. maps) are acceptable. After the article's acceptance authors may be asked to send original, higher resolution figures. Figures should be referred to in the text as Figure 1, Figures 1 and 2, Figures 1-4, Figure 2a, (Fig. 1), (Fig. 1a), (Figs. 1-4), (Figs. 1a-1d), etc. Always use bar scales to indicate the size of photographed items. The legends must be concise but informative, formatted in Times New Roman 10 font. The species name must not be abbreviated in the legends.

Formulas: may be written in a single line even if they require special fonts (Symbol, Courier New or Wingdings), or may be part of the text. Ex: H₂O, $y=a+x^b$, etc. We recommend the use of an appropriate equation editor for better results.

Citations: Author citations in the text must follow the pattern: Garcia *et al.* (2004) or (Garcia *et al.* 2004), (Loebmann & Vieira 2006), Velasco *et al.* (2007), Oddone (2005). When referring to several publications in a row they must be cited in chronological order; e.g. (Bertalanffy 1938, Kinas 2000, Christensen & Walters 2004). Two or more publications by the same author must be cited as (Walters 2003, 2007) or (Bakun 2009a,b).

Personal communication of unpublished data must be accompanied by the person's

full name and professional address as a foot note.

References: see format examples below (please note spaces, bold, italic, commas and full stop usage). Grey literature must be avoided (e.g. symposium abstracts, unpublished institutional reports and monographs). If included (for example, being the cited reference the only publication of a particular subject), these must include the full name of the institution, along with its city and country. See examples below.

Note that a space must be added between authors (and eventually editors) initials, as follows: Compagno, L. J. V. instead of Compagno, L.J.V. Moreover, authors' initials must always follow the surname and not the opposite, for instance: Compagno, L. J. V & Vooren, C. M. instead of Compagno, L. J. V. & C. M. Vooren.

Examples:

Books:

Margalef, R. 1995. **Ecología**. Omega, Barcelona, 951 p.

Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.). 1997. **Subtropical Convergence Environments: The coastal and sea in the Southwestern Atlantic**. Springer, Berlin, 380 p.

Book chapters:

Chao, L. N., Vieira, J. P. & Pereira, L. E. 1985. Estuarine fish community of the dos Patos Lagoon, Brazil: A Baseline Study. Pp. 429-450. *In*: Yañes-Arancibia, A. (Ed.). **Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: Towards an ecosystem integration**. UNAM Press, Mexico DF, Mexico, 654 p.

McDiarmid, R. W. 1994. Diversidad e historia natural de los anfibios: Una síntesis. Pp. 5-15. *In*: Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. A. C. & Foster, M. S. (Eds.). **Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para Anfibios**. Editora Universitaria de la Patagonia, Chubut, Argentina, 348 p.

Journal papers:

Araújo, J. N., Mackinson, S., Stanford, R. J., Sims, D. W., Southward, A. J., Hawkins, S. J., Ellis, J. R. & Hart, P. J. B. 2006. Modelling food web interactions, variation in plankton production and fisheries on the Western English Channel ecosystem. **Marine Ecology Progress Series**, 309: 175-187.

Calliari, D. & Antezana, T. 2001. Diel feeding rhythm of zooplankton size-fractions from Coliumo Bay, Central Chile. **Scientia Marina**, 65(4): 269-274.

Freire, K. M. F., Christensen, V. & Pauly, D. 2007. Assessing fishing policies for northeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2(2): 113-130.

Workshop and Symposium Proceedings:

Castello, J. P. 1990. Synopsis on the reproductive biology and early life history of *Engraulis anchoita* and related environmental conditions in Brazilian waters. Annex VII. **IOC Workshop on Sardine/Anchovy Recruitment Project (SARP) in the Southwest Atlantic**, UNESCO, 65: 1-5.

Piola, A. R., Campos, E. J. D., Möller, O. O., Charo, M. & Martinez. C. 1999. Continental shelf water masses off eastern south America – 20° to 40° S. **10th Symposium on global change studies**, Dallas, Texas, USA, 9-12.

Theses:

Reis, E. G. 1992. An assessment of the exploitation of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) by the artisanal and industrial fisheries in coastal waters of southern Brazil. **PhD. Thesis**. University of East Anglia, Norwich, England, 223 p.

Electronic publications:

Froese, R. & Pauly, D. 2007 (Eds.). **FishBase** - World Wide Web electronic publication, accessible at <http://www.fishbase.org>. (Accessed MM/DD/YYYY).

2) Scientific notes:

Must include the title, authors' names and addresses, and the two abstracts as the regular papers (see above), but the abstracts must have up to three lines, each. The following text must be written without the regular sections (Introduction, Materials and Methods, etc.). Acknowledgments and References must follow, and Tables and Figures included just as in the Research articles.

Overall, submitted notes must have less than nine (9) pages, including tables, figures and references.

It is not recommended for such short communications to have more than three (3) authors.

The text must be organized as follows: the first paragraph must contain the information that would correspond to the Introduction; the second paragraph must briefly summarize the collection of the samples and the methodology. Finally the results and discussion must be presented in the following paragraphs (no more than three).