

Myxosporidiose em peixes de água doce

Antonio Carlos Souza Silva Junior¹

¹ Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Amapá-UNIFAP, Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amapá, Atualmente é Analista de Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA.

RESUMO: Dentre os parasitos mais comuns em peixes, podemos encontrar uma variedade de grupos de microrganismos unicelulares, onde os espécimes de mixosporídios podem ser destacados e são encontrados na maioria dos órgãos do corpo de seus hospedeiros, sendo mais comuns, bexiga natatória, vesícula biliar, rim, gônada, cérebro e brânquias. Estas espécies possuem alto grau de tropismo, tanto para o hospedeiro, como para os tecidos infectados. Este trabalho teve como objetivo fazer um relato e uma breve discussão sobre o tema proposto, apresentando descrição sistemática do grupo, importância parasitológica, classificação, relatos de casos e discussão sobre a temática.

Palavras chave: Myxozoa, *Henneguya*, peixe.

ABSTRACT. Myxosporidiosis in freshwater fish. Among the most common parasites in fish, we can find a variety of groups of unicellular organisms, where mixosporídios specimens can be detached and are found in most organs of the body of their hosts, being more common, bladder, gallbladder, kidney, gonads, brain and gills. These species possess high degree of tropism, both for the host, as for the infected tissues. This study aimed to make a report and a brief discussion on the proposed topic, presenting a systematic description of the group, importance parasite, classification, case reports and discussion on the matter.

Keywords: Myxozoa, *Henneguya*, fish.

1 Introdução

O mito de que a água é abundante no planeta e é um recurso renovável, hoje, foi derrubado. Com o crescimento da população e a urbanização, a água tornou-se escassa em quantidade e qualidade, ficando cada vez mais difícil obter e conservar este recurso. O Brasil, que ainda vive sob a cultura da abundância, detém aproximadamente 12% das reservas de água doce do planeta; porém, as águas são mal distribuídas,

concentrando-se principalmente na região Amazônica (SAUNITI et al., 2004).

A Amazônia possui a maior disponibilidade de recursos hídricos do Brasil e, como consequência, detém a maior oferta de água doce do mundo: suas reservas representam 8% do total mundial. Esta região é formada pela maior floresta tropical do mundo, que abrange 60% do território brasileiro e ocupa uma área de cerca de 6,5 milhões de km² (HANAN; BATALHA, 1995).

A malha hidrográfica amazônica drena uma área que extrapola os limites territoriais brasileiros, abrangendo países como Equador, Colômbia, Bolívia, Peru, Venezuela e as Guianas. Só o rio Amazonas, um dos maiores rios do mundo em extensão e volume (INPE, 2008), despeja no oceano Atlântico mais de seis trilhões de metros cúbicos de água por ano. Todo esse volume se deve, em grande parte, às fortes precipitações que ocorrem na Amazônia oriental, as quais variam entre 2000 e 3000mm de chuva/ano (BÁRBARA, 2006; SOUZA et al., 2008).

Apesar dos números grandiosos que o caracteriza, o ecossistema amazônico é extremamente frágil e apesar da imensa oferta de água na Amazônia, estudos já apresentam resultados que indicam certo grau de degradação ambiental, principalmente nos rios próximos a grandes centros urbanos (MOTA, 2003; CUNHA; BRITO, 2004). Acrescenta-se ainda que na região não existem estações de tratamento de esgotos suficientes, dos quais somente 10,4% são coletados e 2,3% tratados. Assim, os despejos de efluentes domésticos, industriais e da mineração são conduzidos diretamente para os rios praticamente sem nenhum tipo de tratamento.

Vale ressaltar que a água de um rio, é um dos recursos naturais que melhor reflete as alterações do meio, sejam elas de origem natural ou antrópica. (BÁRBARA, 2006). Áreas que sofrem impactos ambientais, como os provocados por ação antrópica, podem apresentar alterações na dinâmica populacional da fauna autóctone. Pavanelli et al. (2002) comentam que em áreas nessas condições, a comunidade ictiológica pode ser a mais afetada, o que influencia tanto a

prevalência como o tamanho das infra-comunidades de parasitos desses animais.

2 Recursos pesqueiros na Amazônia

Uma das múltiplas utilizações de um recurso hídrico é a pesca, e apesar de não se ter havido um desenvolvimento efetivo de políticas públicas direcionadas ao setor pesqueiro na região Amazônica, este vem sendo profundamente afetado pelas mudanças econômicas da região. A expansão e a intensificação da pesca comercial, nos últimos 40 anos, estão transformando a tecnologia empregada na pesca e na produção de peixes, mudando também os tipos de produtos pesqueiros e as características do pescador (ALMEIDA, 2006).

Dessa forma a pesca tem se tornado uma atividade cada vez mais importante para a região. No passado, este setor era predominantemente voltado para a subsistência, embora a pesca comercial estivesse presente nos centros urbanos regionais com a sua devida relevância para a comercialização de peixes secos e salgados nos mercados (BARTHEM, 1999).

Porém, nas últimas décadas, o setor pesqueiro foi transformado pela introdução de novas tecnologias, como o motor a diesel, as redes de fibra sintética, o gelo e a tecnologia de armazenamento. Essas inovações possibilitaram viagens mais longas, com maior capacidade de captura e armazenamento, chegando pescado ainda fresco nos mercados (ALMEIDA, 2006).

Entretanto, poucas estimativas para valorar a pesca têm sido feitas (COWX et al., 2004) no Brasil e no mundo. Sabe-se que o maior impacto causado pela

expansão e transformação da frota comercial foi sobre os pescadores de subsistência.

A importância da pesca de água doce, para países em desenvolvimento e para economias em transição, pode ser inferida pela contribuição desta categoria de países na produção mundial, superior a 96%, enquanto os países industrializados contribuem com apenas 3,6%. (FAO, 1995). As tendências atuais nas pescarias de água doce e costeira indicam que o potencial de produção desses sistemas é limitado por duas razões: O declínio da qualidade do ambiente aquático devido à eutrofização, à poluição e às modificações que vêm levando a uma contínua redução da capacidade das associações de peixes nativos de se adaptarem; e a incapacidade de muitas espécies de compensar, por meio da reprodução natural, uma pressão de pesca inadequada e/ou excessiva (WELCOMME; BARTLEY, 1998).

Espécies que habitam os lagos e as áreas sazonalmente alagadas, como tucunarés (gênero *Cichla*), pescadas (gênero *Plagiosciom*), aruanãs (gênero *Osteoglossum*), pirarucu (*Arapaima gigas*), acarás (família *Cichlidae*), acaris (família *Loricaridae*) e cascudos (gênero *Hypostomus*), devem ser manejadas visando minimizar os conflitos existentes entre os pescadores comerciais e de subsistência, uma vez que estes estoques constituem a principal fonte de renda para a população ribeirinha da Amazônia (FREITAS; RIVAS, 2004).

3 Noções de Ictioparasitologia

O conhecimento sobre parasitos, independente da sua especificidade (ectoparasitas, endoparasitas ou parasitas

celulares), de peixes, moluscos e crustáceos, vem interferir diretamente quanto à sanidade do produto. Os aspectos biológicos dos parasitos são relevantes informações para o entendimento e prevenção das formas de contaminação do pescado, e o efeito causado pela ação parasitária.

Atualmente os estudos relacionados com parasitos de organismos aquáticos vêm despertando o interesse de pesquisadores, principalmente daqueles hospedeiros com potencial para o cultivo e para a comercialização, frente ao aumento significativo destas atividades no Brasil e no mundo. Baseado no princípio de que igualmente a outros tipos de hospedeiros vertebrados, os peixes apresentam fauna parasitária própria que inclui numerosas espécies organizadas nos principais grupos taxonômicos (LUQUE, 2004).

Aspectos ecológicos sobre o estudo de parasitos de pescado são relevantes no sentido de fornecer informações para o relacionamento entre o pescado e o ecossistema, vindo contribuir com as medidas de manejo dos recursos pesqueiros amazônicos.

O conhecimento da biologia dos parasitos pode influenciar nas restrições quanto ao uso do ambiente, como a descarga de efluentes, pois se acredita que a frequência de parasitos pode ter ligação com o aumento de nível de poluição da água, ou diminuição da qualidade do ambiente. Aliado a este fato, admite-se que o pescado sob estresse é mais suscetível ao parasitismo e menos eficiente para sobreviver no ambiente natural (EIRAS, 1994).

Os parasitos também possuem uma relevância econômica que não consiste apenas em seu caráter letal, muitas ve-

zes as parasitoses têm outras consequências importantes, que não são tão evidentes, como a diminuição da eficiência de assimilação de alimento, da taxa de crescimento e diminuição do valor do produto final para a comercialização (EIRAS, 1994), entre outras.

3.1 Fauna Microparasitária de peixes

Dentre os parasitos mais comuns em peixes, pode-se encontrar uma variedade de grupos de microorganismos unicelulares, que recentemente com o desenvolvimento de várias técnicas, em especial a biologia molecular, foram reclassificados, pois foi possível constatar que, muitas vezes, a morfologia ultraestrutural não tinha relação com os dados moleculares (MATOS et al., 2004).

Há pouco tempo atrás, os protozoários (Sub-Reino Protozoa) eram o grupo mais representativo de microparasitas de organismos aquáticos, apresentando as mais diversas forma e dimensões. Estes se dividiam nos filos: Mastigophora, Opalinata, Apicomplexa, Microsporidia, Myxosporidia (Myxozoa), Ciliophora (LOM; DYKOVÁ, 1992) e Haplosporidia.

Segundo Cavalier-Smith (1998), os eucariotas (Império ou Super-Reino Eukaryota) estão divididos em 5 reinos: Protozoa, Animalia, Fungi, Plantae e Chromista. O reino Protozoa é subdividido nos Sub-Reinos: Archeozoa e Neozoa, sendo que este último subdividido em 4 Infra-Reinos, dentre eles o Alveolata, que inclui o filo Apicomplexa. Tanabe et al. (2002), incluem o filo Microsporidia no reino Fungi. E o reino Animalia subdividido nos Sub-Reinos:

Radiata e Myxosporidia (filo Myxozoa).

Em relação aos mixosporídios, estes foram classificados pela primeira vez por Bütschli (1882), na Alemanha, baseado fundamentalmente em propriedades morfológicas dos esporos, onde foram enquadrados no grupo dos Cnidosporídeos, provavelmente pela similaridade entre as cápsulas polares deste grupo com os nematocistos dos Cnidários (LOM, 1969).

Shulman (1959) propôs o desmembramento do antigo subfilo Sporozoa e o grupo dos mixosporídios firmou-se como Filo Myxozoa, pertencente ao reino Protozoa. E posteriormente foram enquadrados dentro do reino Animalia.

Observa-se, no entanto, que mesmo com os avanços significativos proporcionados pela biologia molecular, ainda não se chegou a uma classificação uniforme e definitiva, sendo a posição taxonômica desses grupos ainda muito controversa e baseada em diversos parâmetros.

3.1.1 Phylum Myxozoa

Provavelmente, o primeiro mixosporídeo foi mencionado por Jurine (1825) *apud* Békési et al. (2002), referindo-se de cistos encontrados na musculatura de um peixe do gênero *Coregonus*. No início, os parasitos não foram denominados como Myxosporidia, considerados assim apenas mais tarde.

Em 1882, com os gêneros *Myxobolus* e *Agarella*, o Grupo Myxosporidia Bütschli, 1882, foi mencionado pela primeira vez. Este acomoda, na sua maioria, parasitos obrigatórios de peixes e raramente têm sido reportados em invertebrados, anfíbios e répteis (LOM;

DIKOVÁ, 2006; KENT et al., 2001), porém, recentemente um novo gênero e uma nova espécie foi descrita infectando mamíferos terrestres (PRUNESCU et al., 2007).

Atualmente o Filo Myxozoa abriga duas classes, a Classe Myxosporea Bütschli, 1881, que inclui os parasitos principalmente de peixes e a classe Malacosporea Canning, Curry, Feist, Longshaw, Okamura, 2000, que agrupa os parasitos que infectam os briozoários (KENT et al., 2001; LOM; DIKOVÁ, 2006). A classe Myxosporea está dividida em duas ordens, Bivalvulida Schulman, 1959, são aqueles que possuem o esporo com duas valvas e uma a quatro cápsulas polares; e Multivalvulida Schulman, 1959, que são aqueles que possuem três a sete valvas e duas a sete cápsulas polares. Enquanto que a classe Malacosporea possui apenas uma ordem, a Malacovalvulida, que agrupa as espécies do gênero *Tetracapsula*.

Os espécimes de mixosporídios são encontrados na maioria dos órgãos do corpo de seus hospedeiros, sendo mais comuns na bexiga natatória, vesícula biliar, cérebro e brânquias. Estes parasitos podem ser histozóicos (encontrados intracelularmente e intercelularmente), ou ainda celozóicos (encontrados nas cavidades dos órgãos) (LOM, 1969). Contudo, segundo Salim e Desser (2000) as espécies de mixosporídios apresentam alto grau de tropismo, tanto para o hospedeiro, como para os tecidos infectados.

Pelo conhecimento atual, os mixosporídios são organismos metazoários primitivos concluindo uma fase vegetativa prolongada nos peixes onde surgem esporos apresentando no mínimo seis células. As formas vegetativas geral-

mente são plasmódios de tamanho grande e/ou pequeno contendo numerosos núcleos vegetativos e células germinativas. As células germinativas originam os esporos.

O ciclo de vida dos mixosporídios dentro do seu hospedeiro definitivo já foi bem determinado. Segundo Matos et al. (2001) a fase esporal é a que melhor vai caracterizar o grupo, os esporos são compostos por várias células que, embora com morfologia diferente, vão se organizar e formar o esporo. Este é constituído de duas valvas, que formam entre elas uma cavidade onde se encontram geralmente duas cápsulas e uma célula binocleada, o esporoplasma.

O esporoplasma possui numerosas estruturas tipo vesículas, de matriz densa, conhecidas como esporoplasmosomas. Estes podem apresentar variações de forma e de estrutura, sendo a sua função ainda não esclarecida completamente, mas acredita-se que funcione como um estoque de substâncias de reserva, já que suas estruturas são derivadas de atividade golgiana e tem como composição química, principalmente, glicoproteínas.

Dentre os Mixosporídios, a sua maior diferença morfológica ocorre nas valvas (FIG. 01), mas outras características são utilizadas para a diferenciação das espécies, como tamanho das cápsulas polares, número de voltas dos tubos polares, entre outras (MATOS et al, 2001).

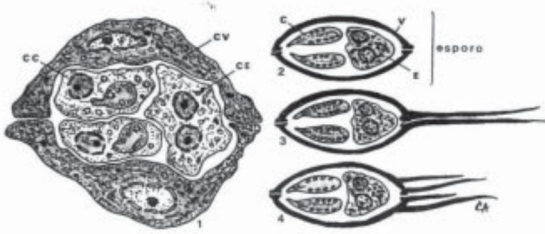


FIG. 01 – Desenho esquemático de um esporo imaturo de Myxozoa (a), mostrando as células valvogênicas (CV), as células capsulogênicas (CC) e a célula esporogênica (CE). À direita, observam-se 3 tipos de esporos, característicos dos gêneros *Myxobolus* (b), *Henneguya* (c) e *Tetraurionema* (d), formados por 2 valvas (V), 2 cápsulas (C) e 1 célula esporogênica (E). Fonte: MATOS et al. (2001).



FIG. 02 – Desenho esquemático de um esporo maduro de Myxozoa, mostrando as cápsulas polares (A), o corpo do esporo (B), os prolongamentos caudais (C) e os núcleos celulares da célula esporoplasmática. FONTE: Próprio autor

A esporogênese vai iniciar com o envolvimento de uma célula esporogênica, desenvolvida e protegida por uma célula, o pericito (fagócito). Dentro do pericito, a célula esporogênica divide-se, sucessivamente, por meio de nucleocinese e citocineses, originando células uninucleares, exceto uma célula na qual ocorre apenas uma nucleocinese, dando origem a uma célula binucleada, a célula esporoplasmática (FIG. 03).

Como resultados desta divisão resultam dois grupos de cinco células. As células de cada grupo diferenciam-se do seguinte modo: as duas células valvôgenas diferenciam-se englobando as outras três, formando-se, assim, um esporo. As três células que ficam no

interior são duas células capsulogênicas e uma célula referida como esporoplasmática binucleada que se caracteriza por conter inúmeras vesículas eletrodensas designadas de esporoplasmosomas, bem como partículas de β -glicogênio. As cápsulas vão ser estruturas específicas dos esporos dos mixosporídios, estas resultam das células capsulogênicas que se diferenciam durante o processo de maturação.

No interior de cada uma das cápsulas localiza-se um tubo polar enrolado em espiral. É possível notar diferenças quanto à morfologia das cápsulas e do tubo polar, bem como a organização do tubo polar nas diferentes espécies. O filamento polar é uma estrutura responsável pela propagação da espécie, no período pós-maturação. Durante o processo de formação do esporo observa-se que cada uma das valvas desenvolve um complexo sistema microtubular que se diferencia, em algumas espécies, nas caudas ou prolongamentos (MATOS et al., 2001; MATOS et al., 2004a).

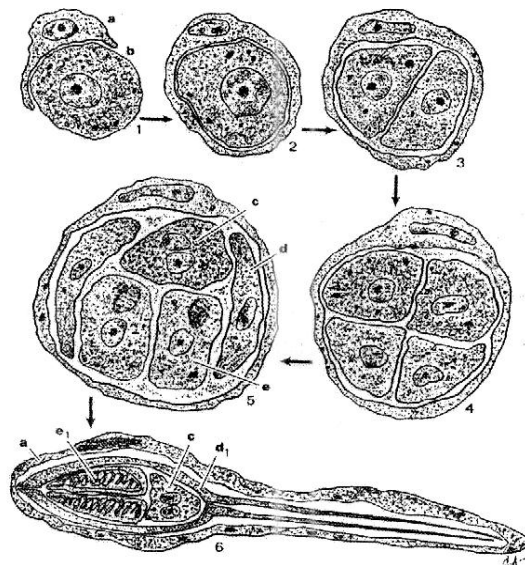


FIG. 03 - Esquema do ciclo de vida dos mixosporídios. Mostrando a fase em que a célula

pericítica (pericito - a) começa a englobar a célula germinativa (b) (1). A célula germinativa fica completamente envolvida pelo pericito (2). A célula germinativa divide-se sucessivamente em duas células (3) e em 4 células (4). No final da divisão, o esporo (monoespórico - 5) é constituído por 5 células diferenciadas em 2 valvogênicas (d), 2 células capsulogênicas (e) e uma célula binucleada – o esporoplasma (c). Esporo (6).

Fonte: MATOS et al. (2001).

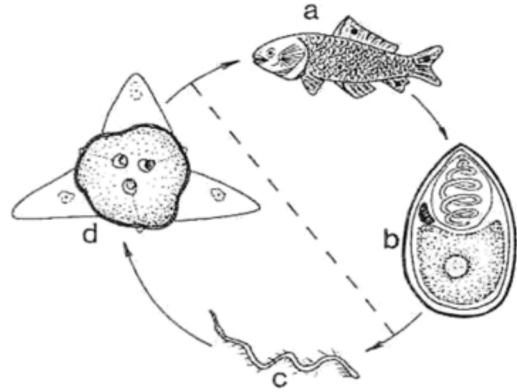


FIG. 04 - Ciclo evolutivo de Myxosporea, a= peixe, b= esporo eliminado pelo peixe, c= oligoqueta contaminado, d= actinosporo eliminado pelo oligoqueta. Fonte: BÉKÉSI; SZÉKELY; MOLNÁR (2001).

Porém, a evolução deles fora do organismo dos peixes (desenvolvimento lternativo) foi elucidada apenas há poucos anos. El-Mansy e Molnár (1997) demonstraram no caso de *Myxobolus drjagini* Achmerow, 1954, que o ciclo vital dos mixosporídios pode ocorrer em oligoquetas como um hospedeiro alternativo. O mesmo ocorreu com o *Myxobolus portucalensis* Saraiva e Molnár, 1990 (EL-MANSY et al., 1998). Kent, Whitaker e Margolis demonstraram que o ciclo de myxosporídio pode ocorrer paralelamente em dois hospedeiros: num vertebrado - peixe - e num invertebrado – oligoqueta.

Segundo Békési et al. (2002), Os esporos eliminados pelos peixes são a fonte de infestação dos oligoquetas e ao contrário, os actinosporeos eliminados pelos oligoquetas provocam infestação nos peixes (FIG. 04). E também, o fato que a infestação dos peixes pode acontecer não obrigatoriamente via oral, mas os actinosporeos têm capacidade de serem ancorados pela expulsão de seus fios polares nas guelras e na pele, possibilitando ao esporoplasma amebóide entrar no organismo dos peixes via parenteral.

Nos últimos anos, tanto na região neotropical, como em outras partes do planeta, a maioria das espécies de mixosporídios foi descrita com o emprego de métodos tradicionais, isto é, as descrições foram feitas com base nas características morfológicas e morfométricas dos esporos, especificidade do hospedeiro e tropismo no tecido. Recentemente, alguns pesquisadores estão empregando métodos de biologia molecular, tanto para identificar e diferenciar espécies de mixosporídios morfologicamente similares (FERGUSON et al., 2008; ZHAO et al., 2008; IWANOWICZ et al., 2008), como para elucidar aspectos do ciclo de vida (XIAO; DESSER, 2000) e no estudo filogenético (ANDREE et al, 1999; KENT et al., 2001; FIALA, 2006). Entretanto, são ainda escassos os trabalhos feitos utilizando estas técnicas no Brasil para o estudo de mixosporídios (ADRIANO et al., 2009). Até o presente momento, os resultados provenientes de estudos moleculares, corroboram os obtidos pelos métodos zoológicos clássicos, assim sendo, as análises moleculares devem ser utilizadas, particularmente, em ca-

tos onde os dados fenotípicos são escassos ou ausentes.

A literatura mundial apresenta dados esclarecedores sobre a fauna de mixosporídios de diferentes regiões dos Estados Unidos, Europa e Ásia. Entretanto, trabalhos feitos no Brasil podem ser considerados ainda insuficientes, uma vez constatada uma imensa diversidade ictiológica e aporte hídrico muito rico em diversas regiões do País, em especial na região amazônica. Atualmente, vários autores tem se dedicado ao estudo da classe Myxozoa da fauna brasileira (ROCHA et al. 1992; AZEVEDO; MATOS, 1995; MARTINS; SOUZA, 1997; CASAL et al., 1997; AZEVEDO et al., 1997), sendo que em muitos destes trabalhos são utilizadas características ultraestruturais na descrição.

Para o gênero *Henneguya*, já foram descritas, várias espécies em diversos órgãos e hospedeiros, sendo comumente encontrados nas brânquias. De acordo com Eiras (2002) este gênero incluía um total de 146 espécies, porém este número já se encontra defasado, com os contínuos achados reportados recentemente.

Segundo Tharcker (1991), os primeiros parasitos do gênero *Henneguya* descritos no Brasil foram: *Henneguya oculta*, Nemeček, 1916, em brânquia de *Loricaria* sp.; *Henneguya lutzi*, Cunha e Fonseca, 1918, em Bexiga natatória de *Pseudopimelodus zungaro*; *Henneguya leporini*, Nemeček, 1926, em bexiga urinária de *Leporinus mormyrops*; *Henneguya iheringi*, Pinto, 1928, nos filamentos branquiais de *Serrasalmus spilopleurus*; *Henneguya wenyoni*, Pinto, 1928, em brânquia de *Astyanax fasciatus*. Estas descrições

foram baseadas apenas em desenhos esquemáticos e microscopia de luz.

Recentemente, Rocha et al. (1992), descreveram baseado em microscopia eletrônica e de luz o *Henneguya amazonica* n. sp. parasitando as brânquias de *Crenicichla lepidota* provenientes do rio Amazonas Belém/PA, e Torres et al. (1994) ainda encontraram este parasito no folículo ovariano de *Hoplosternum littorale* também coletado no rio Amazonas em Belém/PA.

Azevedo e Matos (1995) descreveram ultraestruturalmente o *Henneguya adherens* n. sp. em brânquia de *Acestrorhynchus falcatus* provenientes do Estado do Pará. Azevedo e Matos (1996b) ainda descreveram a ultraestrutura de *Henneguya malabarica* n. sp. em brânquia de *Hoplias malabaricus* provenientes do mesmo Estado.

Martins e Souza (1997) descreveram o *Henneguya piaractus* n. sp. em brânquia de *Piaractus mesopotamicus* do Brasil. Já Adriano et al. (2002), relataram a prevalência deste parasito em *Piaractus mesopotamicus* em rios do Pantanal Mato-grossense, onde foram encontrados nas lamelas brânquias com prevalência de 40%.

Casal et al. (1997) descreveram a ultraestrutura do *Henneguya striolata* n. sp. em brânquia do peixe amazônico *Serrasalmus striolatus*. Azevedo et al. (1997) ainda descreveram ultraestruturalmente o *Henneguya testiculares* n. sp. em testículo do peixe amazônico *Moenkhausia oligolepis*. Martins et al. (1999) descreveram o *Henneguya leporinicola* n. sp. em brânquia de *Leporinus macrocephalus*, dando ênfase também a histopatologia e tratamento. Azevedo e Matos (2002) descreveram ultraestruturalmente o *Henneguya cu-*

rimata n. sp. em brânquia de *Curimata inorata* proveniente do Estado do Pará.

Vita et al. (2003) descreveram os aspectos ultraestruturais de *Henneguya astyanax* n. sp. parasita de *Astyanax keithi* proveniente do rio Amazonas, Belém/PA. A espécie *Henneguya pilosa* n. sp., foi descrita por Azevedo e Matos (2003) utilizando aspectos ultraestruturais, parasitando *Serrasalmus altuvei* proveniente da cidade de Teresina, nordeste do Brasil.

Martins et al. (2004), relataram a presença de *Henneguya* sp. (Myxozoa: Myxobolidae) em *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes: Siluridae) no reservatório de Volta Redonda, Minas Gerais.

O gênero *Henneguya* também já foi relatado em peixes provenientes de cultivo como o descrito por Adriano et al. (2005) que parasitava a região das brânquias de *Prochilodus lineatus*, a espécie *Henneguya caudalongula* n. sp. no Estado de São Paulo. Martins e Onaka (2005) descreveram o *Henneguya garavelli* n. sp. parasitando as brânquias de *Cyphocharax nagelli* provenientes do reservatório Rio do Peixe, São José do Rio Pardo-SP.

O *Henneguya rhamdia* n. sp. foi descrito por Matos et al. (2005) em brânquia do peixe amazônico *Rhamdia quelen*. Abdallah et al. (2007) descreveram o *Henneguya cyphocharax* n. sp. em brânquia de *Cyphocharax Gilbert* e *Henneguya guanduensis* n. sp. em *Hoplosternum littorale* provenientes do Rio Guandu, São Paulo.

Azevedo et al. (2008) descreveram *Henneguya rondoni* n. sp., encontrado no Sistema nervoso periférico de *Gymnorhamphithys rondoni* coletados no rio Amazonas, próximo a praia de Irituia, Belém-PA. Azevedo et al.

(2009) também descreveram em ultraestrutura o *Henneguya hemiodopsis* n. sp. parasitando brânquias de do peixe *Hemiodopsis microlepes* coletados no rio Poty próximo a cidade de Teresina-PI.

Eiras et al. (2009), descreveram o *Henneguya corruscans* n. sp. parasita branquial de *Pseudoplatystoma corruscans* provenientes do Rio Paraná. Esta descrição foi baseada apenas em características morfológicas e estudo morfométrico, sem a utilização de ultraestrutura. Vale ressaltar que para Matos et al. (2003), a morfologia ultra-estrutural dos esporos, permite uma identificação genérica e específica, possibilitando estabelecer novos gêneros e novas espécies, permitindo comparar com outras espécies afins, seus aspectos específicos.

A relação parasitária, na maioria das espécies do gênero *Henneguya*, pode ser considerada como bem firmada, já que as patologias que levam o hospedeiro até a morte são bem menos frequentes. Algumas vezes, podem ocorrer apenas rupturas locais de tecidos, que possuem rápida regeneração, sem causar maiores danos aos hospedeiros. Porém, algumas mixosporidioses podem causar patologias temporárias, mas que, de acordo com o órgão parasitado, vão interferir nas relações ecológicas básicas, podendo indiretamente, levar o hospedeiro a morte.

Pode ser citado como exemplo o parasitismo por *Henneguya intracornea* (GIOIA et al., 1986) em *Astyanax scabripinnis* que desenvolve cistos na região ocular, e a medida que o cisto vai aumentando de tamanho, vai tomando toda a extensão da córnea do peixe, bloqueando a visão do hospedeiro. Em-

bora a cegueira seja temporária, já que uma vez o cisto maduro, ele vai romper e liberar os esporos restabelecendo, aparentemente, a visão do hospedeiro, o hospedeiro vai ficar muito mais sujeito a ação de predadores e muito menos apto a busca de alimentos.

Martins e Romero (1996) estudando o efeito de *Henneguya* sp. sobre o tecido branquial em peixes cultivados, registraram que a presença do parasito produziu aderência entre as lamelas secundárias adjacentes, causavam hiperplasia, congestão lamelar e edema ocasionando desprendimento do epitélio respiratório, prejudicando as trocas gasosas.

Segundo Martins et al. (1999), as análises histopatológicas de brânquias de peixes infectados por *Henneguya* sp. revelaram a presença de hemorragias severas e focos inflamatórios no epitélio branquial, onde os cistos estavam localizados. Ocasionalmente são notadas lesões como a compressão de capilares que causam edemas superficiais nas lamelas primárias e mais frequentemente nas lamelas secundárias. Em estágios mais avançados os cistos dilatam essas lamelas diminuindo a eficiência respiratória dos peixes parasitados.

Quando Martins et al. (1997) estudaram efeitos patológicos e comportamentais associados com *Henneguya* sp. em pacus confinados, relataram comportamento anormal dos peixes parasitados. Segundo os autores, os peixes permaneciam próximos às margens ou agrupados, a atividade alimentar havia diminuído com o passar do tempo e os animais tornaram-se apáticos, nadavam irregularmente, com aparente perda de equilíbrio, chegando por vezes a morte.

Porém, a importância da patogenicidade não reside apenas no caráter letal da doença, mas também no grau da lesão causada a alguns tecidos. Isso deve ser levado em consideração porque os principais hospedeiros dos mixosporídios são peixes e, estes, constituem um valioso artigo comercial para o homem. Por tanto, comercialmente falando, mixosporídios como o *Henneguya salmicola* (FISH, 1939), parasito de tecidos musculares, mesmo não causando danos letais, comprometem a musculatura do peixe inviabilizando a venda do pescado.

Além disso, McClelland et al. (1997), relataram dois casos de infecção acidental de humanos (um idoso de sessenta e um anos e uma criança de um ano) pela ingestão de *Henneguya salmicola*, causando diarreia sanguinolenta. Os autores ainda alertam sobre a possível confusão com espermatozoides humanos, o que pode ocasionar na subnotificação de casos.

4 Considerações Finais

Apesar de nos últimos anos, como descritos anteriormente, vários pesquisadores realizarem estudos de descrição morfológica, morfométrica e ultraestrutural de mixosporídios, ainda se faz necessário mais pesquisas nesta área, em virtude, da variada relação parasito-hospedeiro entre as espécies, o que influenciou diretamente na suscetibilidade à infecção parasitária, além do alto tropismo pelo órgão parasitado e pelo hospedeiro que estes parasitos apresentam. Assim, utilizando-se a análise ultraestrutural pode-se obter um melhor entendimento da taxonomia e dos fatores que levam a patogenicidade.

Referências

- ABDALLAH, V. D.; AZEVEDO, R. K.; LUQUE, J. L.; BOMFIM, T. C. B. Two new species of *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa, Myxobolidae), parasitic on the gills of *Hoplosternum littorale* (Callichthyidae) and *Cyphocharax gilbert* (Curimatidae) from the Guandu River, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Parasitología Latinoamericana**, Santiago, v.62, n.1-2, p.35-41, Junho, 2007.
- ADRIANO, E. A.; ARANA, S.; ALVES, A. L.; SILVA, M. R. M.; CECARELLI, P. S.; SILVA, F.H.; MAIA, A. A. M. *Myxobolus cordeiroi* n. sp. a parasite of *Zungaro iahu* (Siluriforme: Pimelodidae) from Brazilian Pantanal: Morphology, phylogeny and histopathology. **Veterinary Parasitology**, Suíça, v. 162, n.3-4, p.221-229, 2009.
- ADRIANO, E. A.; ARANA, S.; CORDEIRO, N. S. Histopathology and ultrastructure of *Henneguya caudalongula* n. sp. infecting *Prochilodus lineatus* (Pisces: Prochilodontidae) cultivated in the state of São Paulo, Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.100, n.2, p.177-181, Abril, 2005.
- ADRIANO, E. A.; CECARELLI, P.S.; CORDEIRO, N.S. Prevalência de parasitos do filo Myxozoa em Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Osteichthyes: Characidae) em Rios do Pantanal Mato-grossense, Brasil. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.15, p. 31-38, 2002.
- ALMEIDA, O. T. **Manejo de pesca na Amazônia brasileira**. São Paulo: Ed. Peirópolis, 2006.
- ANDREE, K. B.; SEKÉLI, C.; MOLNÁR, K.; GRESOVIAC, S. J.; HEDRICK, R. P. Relationships among members of genus *Myxobolus* (Myxozoa: Bivalvulidae) based on small subunit ribosomal DNA sequences. **Journal Parasitology**, v.85, n.1, p.68-74, 1999.
- AZEVEDO, C.; CASAL, G.; MATOS, P.; MATOS, E. A New Species of Myxozoa, *Henneguya rondoni* n. sp. (Myxozoa), from the Peripheral Nervous System of the Amazonian Fish, *Gymnorhamphichthys rondoni* (Teleostei). **Journal Eukaryotic Microbiology**, vol.55, n.3, p.229-234, 2008.
- AZEVEDO, C.; CASAL, G.; MENDONÇA, I.; MATOS, E. Fine structure of *Henneguya hemiodopsis* sp. n. (Myxozoa), a parasite of the gills of the Brazilian teleostean fish *Hemiodopsis microlepes* (Hemiodontidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.104, n.7, p.975-979, 2009.
- AZEVEDO, C.; CORRAL, L. MATOS, E. Light and ultrastructural data on *Henneguya testicularis* n. sp. (Myxozoa, Myxobolidae), a parasite from the testis of the Amazonian fish *Moenkhausia oligolepis*. **Systematic Parasitology**, Holanda, v.37, p.111-114, 1997.
- AZEVEDO, C.; MATOS, E. *Henneguya adherens* sp. n. (Myxozoa, Myxosporaea) parasite of the Amazonian fish, *Acestrorhynchus falcatus*. **Journal Eukaryotic Microbiology**, v.42, p.515-518, 1995.
- AZEVEDO, C.; MATOS, E. Light and electron microscopic study of a Myxosporean, *Tetrauronema desaequalis* n. sp. (Fam. Tetrauronematidae), from an Amazonian fish. **Journal of Parasitology**, v.82, p.288-291, 1996.

- AZEVEDO, C.; MATOS, E. *Henneguya malabarica* sp. nov. (Myxozoa, Myxobolidae) in the Amazonian fish *Hoplias malabaricus*. **Parasitology Research**, v.82, p.222–224, 1996b.
- AZEVEDO, C.; MATOS, E. Fine structure of the Myxosporean, *Henneguya curimata* n. sp., parasite of the Amazonian fish *Curimata inornata* (Teleostei, Curimatidae). **Journal Eukaryotic Microbiology**, v.49, n.3, p.197-200, 2002.
- AZEVEDO, C.; MATOS, E. Fine structure of *Henneguya pilosa* sp. n. (Myxozoa: Myxosporea), parasite of the Brazilian fish, *Serrasalmus altuvei* (Characidae). **Folia Parasitologica**, v.50, p.35-40, 2003.
- BÁRBARA, V. F. Uso do Modelo QUAL2E no Estudo da Qualidade da Água e da Capacidade de Autodepuração do Rio Araguari - AP (Amazônia). 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- BARTHEM, R.B. A pesca comercial no médio Solimões e sua interação com a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. IN: QUEIROZ, H.; CRAMPTON, W. **Estratégias para o manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. Brasília: Sociedade Civil do Mamirauá-CNPq, p.72-107, 1999.
- BÉKÉSI, L.; SZÉKELY, C.; MOLNÁR, K. Atuais conhecimentos sobre Myxosporea (Myxozoa), parasitas de peixes. Um estágio alternativo dos parasitas no Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.39, n.5, p.271-276, 2002.
- BÜTSCHLI, O. Myxosporidia. Bronn's **Kl. Ordn. Tierreichs**, v.1, p.590-603, 1882.
- CASAL, G.; MATOS E.; AZEVEDO, C. Some ultrastructural aspects of *Henneguya striolata* sp. nov. (Myxozoa, Myxosporea) a parasite of the Amazonian fish *Serrasalmus striolatus*. **Parasitology Research**, v.83, p.93–95, 1997.
- CAVALIER-SMITH, T. A revised six-kingdom system of life. **Biology Review**, v.73, p.203-266, 1998.
- CHAO, N. L. A draft of Brazilian freshwater fishes for the hobby-a proposal to IBAMA. **Ornamental Fish International Journal**, v.23, p.11-19, 1998.
- CUNHA, A. C.; BRITO, D.C.. Qualidade Microbiológica da Água em Rios de Áreas Urbanas e Periurbanas no Baixo Amazonas: O Caso do Amapá. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.9, n.4, p.322-328, 2004.
- EIRAS, J. C. **Elementos de Ictioparasitologia**. Fundação Engenheiro Antônio de Almeida. Porto, 1994.
- EIRAS, J. C. Synopsis of the species of the genus *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxobolidae). **Systematic Parasitology**, Holanda, v.52, p.43-54, 2002.
- EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M.; PAVANELLI, G. C. *Henneguya coruscans* n. sp. (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae), parasite of *Pseudoplatystoma coruscans* (Osteichthyes, Pimelodidae) from the Paraná River, Brazil: A morphological and morphometric study. **Veterinary Parasitology**, Suíça, v.159, p.154-158, 2009.
- EL-MANSY, A.; MOLNÁR, K. Extrapiscine development of *Myxobolus drjagini* Achmerow, 1954 (myxosporea: Myxobolidae) in oligochaete alterbative host. **Acta Veterinaria**

- Hungarica**, Hungria, v.45, p.427-438, 1997.
- EL-MANSY, A.; MOLNÁR, K.; SZÉKELY, Cs. Development of *Myxobolus portucalensis* Saraiva et Molnár, 1990 (Myxosporea: Myxobolidae) in the oligochaete *Tubifex tubifex* (Müller). **Systematic Parasitology**, Holanda, v.41, p.95-103, 1998.
- FAO. **El Estado Mundial de la Pesca y de la Acuicultura**. FAO, Roma, 1995.
- FERGUSON, J. A.; ATKINSON, S. D.; WHIPPS, C. M.; KENT, M. L. Molecular and morphological analysis of myxobolus sp. Of salmonid fishes with the description of a new myxobolus species. **Journal Parasitology**, v.94, n.6, p.1322-1334, 2008.
- FIALA, I. The phylogeny of Myxosporea (Myxozoa) based on small subunit ribosomal RNA gene analysis. **Journal Parasitology**, v.36, p.1521-1534, 2006.
- FISH, F. F. Observations on *Henneguya salminicola* Ward, a myxosporidian parasite in Pacific salmon. **Journal of Parasitology**, v.25, p.169-172, 1939.
- FREITAS, C. E. C.; RIVAS, A. A. F. **Peixe: a sustentabilidade de um recurso comum na Amazônia**. IN: RIVAS, A.A.F.; FREITAS, C.E.C. [eds.] *Amazônia: Uma Perspectiva Interdisciplinar*. Ed. da Universidade do Amazonas, Manaus, 2004.
- GIOIA, I.; CORDEIRO, N. S.; ARTIGAS, P. L. *Henneguya intracornea* n. sp. (Myxozoa: Myxosporea) parasita do olho do lambari, *Astyanax scabripinnis* (Jenyns, 1842) (Osteichthyes, Characidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.81, p.401-407, 1986.
- HANAN, S. A.; BATALHA, B. H. **Amazônia: Contradições no Paraíso Ecológico**. São Paulo, SP: ed. Cultura, 1995.
- INPE. 2008. Estudo do INPE indica que o rio Amazonas é 140 km mais extenso que o Nilo. Disponível: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=1501. Acesso 02/01/2012.
- IWANOWICZ, L. R.; IWANOWICZ, D. D.; POTE, L. M.; BLAZER, V. S.; SCHILL, W. B. Morphology and 18S rDNA of *Henneguya gurlei* (Myxosporea) from *Ameriurus nebulosus* (Siluriformes) in North Carolina. **Journal Parasitology**, v.129, n.1, p.46-47, 2008.
- KENT, M. L.; ANDREE, K. B.; BARTHOLOMEW, J. L.; EL-MATBOULI, M.; DESSER, S. S.; DELVIN, R. H.; FEIST, S. W.; HEDRICK, R. P.; HOFFMANN, R. W.; KHATTRA, J.; HALLETT, S. L.; LESTER, R. J. G.; LONGSHAW, M; PALENZUELA, O; SIDDALL, M. E.; XIAO, C. X. Recent advances in our knowledge of the Myxozoa. **Journal Eukaryotic Microbiology**, v.48, p.391-413, 2001.
- LOM, J. Notes on the ultrastructure and sporoblast development in fish parasitizing myxosporidian of the genus *Sphareomyxa*. **Zeitschrift fur Zellforschung und mikroskopische Anatomie**. Austria, v.97, p.416-437, 1969.
- LOM, J.; DYKOVÁ, I. **Protozoan Parasites of Fishes**. Amsterdam, ed. Elsevier, 1992.
- LOM, J.; DIKOVÁ, I. Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle, terminology and pathogenic species. **Folia Parasitologica**. Praha, v.53, p.1-36, 2006.
- LUQUE, J.L. Parasitologia de peixes marinhos da América do Sul: estado atual e perspectivas. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M.,

- LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de organismos aquáticos**. Editora Varela, São Paulo, Brasil, 199-215p. 2004.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M. *Henneguya garavelli* n. sp. and *Myxobolus peculiaris* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) in the gill of *Cyphocharax nagelli* (Osteichthyes: Curimatidae) from Rio do Peixe Reservoir, São José do Rio Pardo, São Paulo Brazil. **Veterinary Parasitology**, Suíça, v.137, p.253-261, 2006.
- MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; BOZZO, F.R.; FENERICK Jr, J. *Henneguya* sp. (Myxozoa: Myxobolidae) in *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes: Siluridae) from Volta Grande Reservoir, Minas Gerais, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.30, n.1, p.1-7, 2004.
- MARTINS, M. L.; ROMERO, N. G. Efectos Del parasitismo sobre El tejido branquial em peces cultivados: Estudio parasitológico e histopatológico. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.13, p.489-500, 1996.
- MARTINS, M. L.; SOUZA, V. N. *Henneguya piaractus* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae), a gill parasite of *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Osteichthyes: Characidae), in Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.57, p.239-245, 1997.
- MARTINS, M.L.; SOUZA, V.N.; MORAES, J.R.E.; MORAES, F.R. Gill infection of *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Osteichthyes: Anostomidae) by *Henneguya leporinicola* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae). Description, Histopathology and Treatment. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v.59, p.527-534, 1999.
- MATOS, E.; CORRAL, L.; MATOS, P.; CASAL, G.; AZEVEDO, C. Incidência de parasitas do Phylum Myxozoa (Sub-reino Protozoa) em peixes da região amazônica, com especial destaque para o gênero *Henneguya*. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.36, p.83-99, 2001.
- MATOS, E.; MATOS, P.; CORRAL, L.; AZEVEDO, C. A morfologia ultra-estrutural de microrganismos parasitas que causam microsporidioses e mixosporidioses em peixes tropicais brasileiros. **Boletim Técnico do CEPTA**, Pirassununga, v.16, p.27-40, 2003.
- MATOS, E.; CASAL, G.; MATOS, P.; CORRAL, L.; AZEVEDO, C. Microrganismos Parasitas de Animais Aquáticos da Amazônia. In: RANZANI-PAIVA, M.J.T., TAKEMOTO, R.M., LIZAMA, M.A.P. **Sanidade de organismos aquáticos**. Editora Varela, São Paulo, Brasil, 158-178p, 2004.
- MATOS, E.; TAJDARI, J.; AZEVEDO, C. Ultrastructural Studies of *Henneguya rhamdia* n. sp. (Myxozoa) a Parasite from the Amazon Teleost Fish, *Rhamdia quelen* (Pimelodidae). **Journal Eukaryotic Microbiology**, v.52, n.6, p.532-537, 2005.
- McCLELLAND, R. R.; MURPHY, D. M.; CONE, D. K. Report of spores of *Henneguya salmicola* (Myxozoa) in Human stool specimens: Possible source of confusion with human spermatozoa. **Journal of Clinical Microbiology**, v.35, n.11, p.2815-2818, 1997.
- MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 3ª ed, Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2003.
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e trata-**

- mento. 2. ed., Maringá, Ed. Eduem, 2002.
- PRUNESCU, C. C.; PRUNESCU, P.; PUCEK, Z.; LOM, J. The first finding of myxosporean development from plasmodia to spore in terrestrial mammals: *Sorimyxum fegali* gen. et. Sp. n. (Myxozoa) from *Sorex araneus* (Soricomorpha). **Folia Parasitologica**, v. 47, p.309-318, 2007.
- ROCHA, E.; MATOS, E.; AZEVEDO, C. *Henneguya amazônica* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae), parasitizing the gills of *Crenicichla lepidota* Heckel, 1840 (Teleostei: Cichlidae) from Amazon river. **European Journal Protistology**, v.28, p.273-278, 1992.
- SALIM, K. Y.; DESSER, S. S. Description and phylogenetic systematic of *Myxobolus* spp. From Cyprinids in Algonouin Park Ontario. **Journal Eukaryotic Microbiology**, v.47, p.309-318, 2000.
- SAUNITI, R. M.; FERNANDES, L. A.; BITTENCOURT, A. V. Estudo do Assoramento do Reservatório da Barragem do Rio Passaúna - Curitiba - PR. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba: UFPR., p. 65-82, 2004.
- SHULMAN, S. S. New classification of Myxosporidia. AN SSSR, **Vopr. Parazitol. Karelli**. p. 33-47, 1959.
- SOUZA, E. B.; ROCHA, E. J.; SOUSA, J. R. 2008. Análise e Previsão Climática Regional da Amazônia Oriental: Contribuições do Projeto RPCH. IN: **Anais...** XV Congresso Brasileiro de Meteorologia. São Paulo, SP: SBMET CD-ROM.
- TANABE, Y.; WATANABE, M.; SUGIYAMA, J. Are *Microsporidia* really related to Fungi?: a reappraisal based on additional gene sequences from basal fungi. **Mycology Research**, v.106, p.1380-1391, 2002.
- THATCHER, V.E. Amazon Fish Parasites. **Amazoniana**, vol. XI, n.3/4, p.263-572, 1991.
- TORRES, A.; MATOS, E.; AZEVEDO, C. Fine structure of *Henneguya amazonica* (Myxozoa) in ovarian follicles of *Hoplosternum littorale* (Teleostei) from the Amazon river. **Diseases of Aquatic Organisms**, v.19, p.169-172, 1994.
- VITA, P.; CORRAL, L.; MATOS, E.; AZEVEDO, C. Ultrastructural aspects of the myxosporean *Henneguya astyanax* n. sp. (Myxozoa: myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost *Astyanax keithi* (Characidae). **Diseases of Aquatic Organisms**, v.53, p.55-60, 2003.
- WELCOMME, R. L.; BARTLEY, D.M. Current approaches to the enhancement of fisheries. **Fisheries Management and Ecology**, v.5, p.351-382, 1998.
- XIAO, C. X.; DESSER, S. S. Cladistic analysis of Myxozoan species with known alternating life-cycle. **Systematic Parasitology**, Holanda, v.46, p.81-91, 2000.
- ZHAO, Y.; SUN, C.; KENT, M. L.; DENG, J.; WHIPPS, C. M. Description of a new species of *Myxobolus* (Myxozoa: Myxobolidae) based on morphological and molecular data. **Journal Parasitology**, v.49, n.3, p.737-742, 2008.

Artigo recebido em 06 de fevereiro de 2012.

Aceito em 23 de setembro de 2013.