

Oomicetos patogênicos em viveiros de piscicultura em região semiárida no Brasil

Laércio de Sousa Saraiva^{1*} , José de Ribamar de Sousa Rocha² 

1 Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/Universidade Federal do Piauí, Teresina, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Teresina, PI, 64049-550, Brasil.

2 Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia. Av. Universitária, 1310, Campus Ininga, TROPEN, Teresina, PI, 64049-550, Brasil.

*Autor para correspondência: laercio.sousasaraiva@gmail.com

Recebido em 01 de junho de 2019.

Aceito em 10 de junho de 2021.

Publicado em 15 de junho de 2021.

Resumo – A piscicultura no Brasil tem se destacado como uma atividade promissora, porém a susceptibilidade dos cultivares às doenças provocadas por oomicetos vem causando prejuízos. Este estudo teve o objetivo de identificar oomicetos no solo e na água em viveiros de piscicultura na região semiárida do Brasil, destacando as espécies com potencial patogênico para peixes. Foram obtidas 301 ocorrências de oomicetos das quais 19 táxons foram identificados. Destes, 18 estavam presentes nas amostras de solo (94,7%) e 13 espécies identificadas nas amostras de água, que corresponderam a 68,42% das espécies. Nos viveiros não foram encontrados peixes parasitados por oomicetos, porém a identificação desses microrganismos deve servir de alerta para os piscicultores.

Palavras-chave: Oomycota. Peixes. Ictiopatologia. Manejo ambiental.

Pathogenic oomycetes in fish farming nurseries in a semi-arid region in Brazil

Abstract - Fish farming in Brazil recently stands out as a promising activity, but the susceptibility of cultivars to diseases caused by oomycetes has been causing losses. This study aimed to identify oomycetes in soil and water in fish farms in the semi-arid region of Brazil, highlighting species with pathogenic potential for fish. 301 occurrences of oomycetes were obtained, of which 19 taxa were identified. Of these, 18 were present in the soil samples (94.7%) and 13 species identified in the water samples, which corresponded to 68.42% of the species. No fish infected with oomycetes were found in nurseries, but the identification of these microorganisms should serve as a warning for fish farmers.

Key words: Oomycota. Fish. Ichthyopathology. Environmental management.

Oomicetos patógenos en viveros de piscicultura en una región semiárida de Brasil

Resumen - La piscicultura en Brasil se ha destacado como una actividad prometedora, pero la susceptibilidad de los cultivares a las enfermedades causadas por los oomicetos ha estado causando perjuicios. Este estudio tuvo como objetivo identificar oomicetos en suelo y agua en piscifactorías en la región semiárida de Brasil, destacando especies con potencial patógeno para peces. Se obtuvieron 301 ocurrencias de oomicetos, de los cuales se identificaron 19 taxones.

De estos, 18 estaban presentes en las muestras de suelo (94,7%) y 13 especies identificadas en las muestras de agua, lo que correspondía al 68,42% de las especies. No se encontraron peces infectados por oomicetos en los estanques, pero la identificación de estos microorganismos debe servir de alerta para los piscicultores.

Palabras clave: Oomycota. Peces. Ictiopatología. Manejo ambiental.

Introdução

Nos últimos anos o crescimento da piscicultura no Brasil tem se destacado por contribuir para a dinamização, consolidação e crescimento do setor aquícola nacional (Kubitza 2005; Corrêa et al. 2010; FAO 2015). Essa atividade faz parte do setor produtivo primário e têm uma grande importância socioeconômica pois possibilita ao criador melhor aproveitamento dos recursos disponíveis em sua propriedade, o incremento na qualidade dos alimentos para consumo familiar e a geração de renda por meio da comercialização dos peixes cultivados (Kubitza e Ono 2010; Moura et al. 2014).

Dentre os problemas que atingem a viabilidade da piscicultura, a susceptibilidade dos cultivares às diversas doenças fúngicas que atacam (Hatai & Hoshiai 1992; Songe et al 2014; Sandoval-sierra et al 2014) tecidos, órgãos, (Diéguez-Uribeondo 2007; Fregeneda-Grandes et al 2007; van de Berg et al 2013) e os ovos dos peixes, vem ocasionando grandes prejuízos para os produtores (Zimmermann et al. 2001; Verma 2008; Afzali et al. 2015).

Os oomicetos são microrganismos cosmopolitas encontrados em ambientes aquáticos ou terrestres (Alexopoulos et al. 1996; Kirk et al. 2008; Marano et al 2016). São muito parecidos com os fungos porém filogeneticamente são diferentes destes, sendo classificados no Reino Straminipila, filo Oomycota (Beakes et al. 2014; Beakes e Thines 2017; Wijayawardene et al 2020). Dentro do filo algumas espécies podem apresentar comportamento de parasitas oportunistas de grande importância econômica (Codevasf 2013a), geralmente ocasionam infecções secundárias (Pickering e Willoughby 1982) em peixes com ferimentos, (Vickie et al. 1999; Yadav et al. 2016) que apresentam alguma ictiopatologia bacteriana ou que estão sujeitos a ambientes de estresse ocasionado pelas más condições de cultivo e manejo.

Existem vários relatos de oomicetos como agentes infecciosos (Kiziewicz 2004; Yadav et al. 2016) em peixes marinhos, (Willoughby et al. 2006; Mastan et al. 2015, Mastan 2015; Hatai e Hoshiai, 1992) de água doce e, (Kozubíková-Balcarová et al 2013) em crustáceos, tanto em sistemas de criação (Sandoval-sierra et al 2014) em cativeiro, (Marano et al. 2011; Nsonga et al. 2013; Beakes et al. 2014) como em ambientes naturais. A síndrome epizootica ulcerativa (SUE) e a saprolegniose, causadas por diferentes espécies de oomicetos, são doenças muito graves que manifestam prejuízos econômicos, principalmente na piscicultura (Mastan 2008, 2015; Oie 2015).

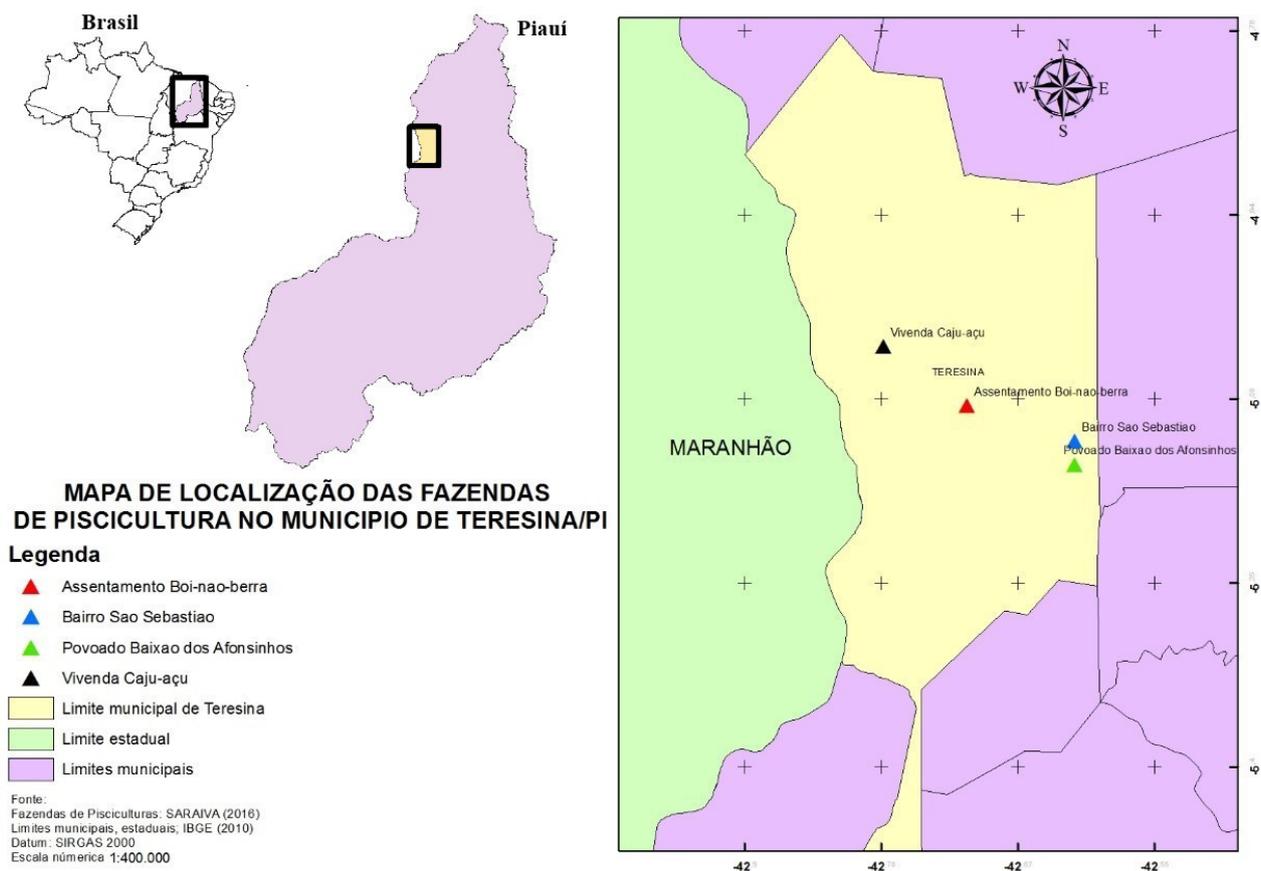
Embora os oomicetos desempenhem grande importância nos ecossistemas, a diversidade desses seres ainda é pouco conhecida, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Desse modo, é necessário a continuidade dos estudos acerca desse grupo de microrganismos, para compreendermos melhor sua diversidade, distribuição geográfica e as alterações que podem ocasionar no meio ambiente (Milanez et al. 2007; Rocha et al. 2010; Steciow et al. 2012).

Este estudo buscou identificar oomicetos ocorrentes em viveiros de piscicultura em região do semiárido do Piauí, destacando espécies que possuem potencial patogênico a peixes. Além disso, visou-se contribuir para as boas práticas de manejo, com informações aos piscicultores sobre os danos que esses microrganismos podem causar, as condições suscetíveis ao seu desenvolvimento e as medidas sustentáveis para a prevenção e controle de ictiopatologias em sistemas de criação em cativeiro.

Material e métodos

Foram pesquisadas quatro fazendas de piscicultura que produzem comercialmente tambaqui *Colossoma macropomum*, Cuvier (1818): duas localizadas na região leste da cidade, no assentamento Boi-não-berra, e outra na Vivenda caju-açu, próxima à Rodovia Estadual PI 113 e outras duas fazendas localizadas na região sudeste (uma no perímetro urbano, no bairro São Sebastião e, a outra, na zona rural, no povoado Baixão dos Afonsinhos) (Figura 1).

Figura 1. Localização das fazendas de piscicultura no semiárido do Piauí.



Para a investigação sobre as populações de oomicetos, foi utilizado o método de iscagem múltipla de organismos zoospóricos desenvolvido por Milanez (1989). Foram realizadas 6 coletas bimestrais de água e solo no período seco (julho, setembro e novembro/2014), e na estação chuvosa (janeiro, março e abril/2015), em pontos aleatórios às margens dos viveiros das

fazendas de piscicultura selecionadas. Em frascos de Wheaton, foram coletados 100 ml de água, e 250 g de solo foram coletadas e armazenadas em sacos de polietileno identificados. O material coletado em campo foi encaminhado ao Laboratório de Micologia da Universidade Federal do Piauí para ser analisado.

As amostras de água foram adicionadas em placas de Petri de 9 cm de diâmetro que continham iscas celulósicas (sementes de *Sorghum* sp., epiderme de cebola, palha de milho, papel celofane e papel filtro), quitinosas (asas de cupim) e queratinosas (escama de peixe, fio de cabelo humano loiro e ecdise de cobra). Alíquotas de 30 g de solo foram dispersadas em placas de Petri e homogeneizadas em água destilada esterilizada, a seguir, foram adicionados os substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos supracitados. As placas de Petri foram incubadas em ambiente escuro, com temperatura controlada (30°C-32°C) durante sete dias e após esse período, as iscas foram examinadas quanto à presença de microestruturas utilizando o microscópio de luz (Olympus BX-41).

A identificação morfológica e a pesquisa de potencial patogênico foram realizadas com auxílio da literatura especializada (Milanez 1989; Beaks e Thines 2017; Wijayawardene et al 2020), e as culturas selecionadas foram depositadas na coleção de organismos zoospóricos do Laboratório de Micologia da Universidade Federal do Piauí (Labmico /UFPI).

Resultados e discussão

A partir da análise das iscas colonizadas, foram obtidas 301 ocorrências e destes foram identificados 19 táxons de oomicetos, com ocorrência de espécies pertencentes às ordens Leptomitales, Pythiales e Saprolegniales, distribuídas nas famílias Leptolegniellaceae (1), Pythiaceae (5), Pythiogetonaceae (4), Leptolegniaceae (1) e Saprolegniaceae (8) com as espécies apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Oomicetos isolados de viveiros em fazendas de piscicultura no semiárido do Piauí.

STRAMINIPIILA
OOMYCOTA
LEPTOMITALES
LEPTOLEGNIELLACEAE
<i>Leptolegniella Keratinophila</i> Huneycutt
PYTHIALES
PYTHIACEAE
<i>Globisporangium echinulatum</i> Matthew
<i>Pythium</i> grupo T
<i>Pythium ultimum</i> Drechsler
<i>Phytopythium palingenes</i> Drechsler
<i>Phytophthora</i> sp.

PYTHIOGENOTACEAE

Pythiogeton dichotomum Tokum*Pythiogeton ramosum* Minden*Pythiogeton uniforme* Lund*Pythiogeton utriforme* Minden

SAPROLEGNIALES

LEPTOLEGNIALECEAE

Plectospira myriandra Drechsler

SAPROLEGNIALECEAE

Achlya orion Coker & Couch*Achlya prolifera* Nees*Achlya proliferoides* Coker*Aplanopsis terrestris* Höhnk*Aphanomyces helicoides* Minden*Aphanomyces keratinophilus* Ôokubo & Kobayasi*Brevilegnia longicaulis* Johnson*Dictyuchus* sp.

Das 301 ocorrências as espécies, *Pythiogeton ramosum* teve a maior representatividade de ocorrências na estação seca, com 33 isolamentos, e na estação chuvosa, por 31 isolamentos. Ainda foram registrados na estação seca, ocorrências dos espécimes *Pythium ultimum* var. *sporangiferum* e *Aphanomyces keratinophilus*, com 22 ocorrências cada. Na estação chuvosa, *A. keratinophilus* (28) e *Pythiogeton uniforme* (20) foram mais representativas. Em relação às fazendas de piscicultura, as espécies *Pythiogeton ramosum* e *Aphanomyces keratinophilus* foram as mais frequentes, sendo representadas por 21,2% e 16,6% das ocorrências, respectivamente. Observou-se que alguns táxons ocorreram exclusivamente em determinadas fazendas: *Globisporangium echinulatum* ocorreu somente na fazenda 4, *Phytophthora* sp e *Pythiogeton dichotomum* na fazenda 2, *Achlya prolifera*, *Aplanopsis terrestris* e *Brevilegnia longicaulis* na fazenda 3 e *Aphanomyces helicoides* na fazenda 1) *G. echinulatum* e *Phytophthora* sp foram as espécies menos frequentes e representaram apenas a 0,33% dos isolamentos.

Analisando a ocorrência dos espécimes isolados nos substratos de colonização em laboratório observou-se que dentre os 301 espécimes isolados na água e no solo, a maior quantidade de oomicetos ocorreu no solo com 208 isolamentos (69,1%). Dos 19 táxons identificados, 18 estavam presentes no solo (94,7%), apenas a espécie *Brevilegnia longicaulis* não foi identificada nas coletas e amostras de solo, e 13 espécies foram identificados nas amostras de água, que corresponderam a 68,42% das espécies (Tabela 2).

Tabela 2. Oomicetos isolados da água e do solo de viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí. A: Abundância (água e solo); F: frequência (água e solo); ATt: Abundância total por táxon; RT: Riqueza total.

Táxons	Água		Solo		ATt	RT (%)
	A	F (%)	A	F (%)		
<i>Leptoglyphium keratinophila</i>	3	3,22	8	3,84	11	3,65
<i>Globisporangium echinulatum</i>	0	0	1	0,48	1	0,33
<i>Pythium</i> grupo T	3	3,22	6	2,88	9	2,99
<i>Pythium ultimum</i>	5	5,38	19	9,13	24	7,97
<i>Phytophthium palingenes</i>	5	5,38	8	3,84	13	4,31
<i>Phytophthora</i> sp.	0	0	1	0,48	1	0,33
<i>Pythiogeton dichotomum</i>	1	1,07	6	2,88	7	2,32
<i>Pythiogeton ramosum</i>	28	30,1	36	17,30	64	21,26
<i>Pythiogeton uniforme</i>	3	3,22	27	12,98	30	9,97
<i>Pythiogeton utriforme</i>	9	9,68	13	6,25	22	7,30
<i>Plectospora myriandra</i>	0	0	3	1,44	3	0,99
<i>Achlya orion</i>	2	2,15	20	9,61	22	7,30
<i>Achlya prolifera</i>	0	0	2	0,96	2	0,67
<i>Achlya proliferoides</i>	3	3,22	18	8,65	21	6,97
<i>Aplanopsis terrestris</i>	0	0	3	1,44	3	0,99
<i>Aphanomyces helicoides</i>	0	0	2	0,96	2	0,67
<i>Aphanomyces keratinophilus</i>	23	24,74	27	12,98	50	16,61
<i>Brevilegnia longicaulis</i>	3	3,22	0	0	3	0,99
<i>Dictyuchus</i> sp.	5	5,38	8	3,84	13	4,31
ABUNDÂNCIA TOTAL	93		208		301	100
RIQUEZA TOTAL	13		18		19	

Seis espécies de oomicetos, segundo a literatura, são patógenas em peixes de ambientes naturais ou criados em cativeiro. Dentre as famílias encontradas neste trabalho, Saprolegniaceae registrou o maior número de espécies (8), seguida da família Pythiaceae (5) com potencial patogênico (Quadro 1).

Quadro 1. Oomicetos com potencial patogênico e seus respectivos hospedeiros, isolados de viveiros de piscicultura.

GÊNERO	POTENCIAL PATOGÊNICO	ESPÉCIES	REGISTRO DE PATOGENICIDADE
<i>Achlya</i>	Causa a Saprolegniose, a Síndrome Epizootica Ulcerativa em peixes e a praga do lagostim	<i>A. orion</i>	Saprolegniose em ovos, brânquias e tecidos de vendace (<i>Coregonus albula</i> L.), alpino (<i>Cottus poecilopus</i> H.) e truta do lago (<i>Salmo trutta lacustris</i> L.) (Kiziewicz 2004 p.91)
		<i>A. prolifera</i>	Despigmentação, úlcera e hemorragia na cauda e na cabeça de <i>Chilodus</i> , <i>Channa</i> , tilápia e bagre andador (Mastan et al. 2015, p.530)
		<i>A. proliferoides</i>	Saprolegniose em tilápias (Chauhan 2014, p.426;)
Aphanomyces	Causa doenças em peixes e mariscos; a praga do lagostim; e granulomatose micótica em peixes Ayu, doença da mancha vermelha	<i>A. helicoides</i>	Parasitose em ovos de Carpa comum (Srivastava e Srivastava 1976, p.613).
		<i>A. keratinophilus</i>	Sem registro
<i>Dictyuchus</i>	Saprolegniose em peixes de viveiros	<i>Dictyuchus</i> sp.	Saprolegniose em ovos de Carpa comum, brânquias e peixes de viveiros (Shanor e Saslow 1944, p.414; Kubitza 2005, p.5)
Pythium	Parasita de ovos de Carpa (<i>Carassius carpa</i>) (Czeczuga e Muszyńska 1999) e de guelras de algumas espécies de peixes (Sati e Khulbe 1983)	<i>P. ultimum</i>	Sem registro

As espécies *Achlya orion*, *A. prolifera*, *A. proliferoides*, e os gêneros *Dictyuchus* e *Aphanomyces* são conhecidos por provocarem a saprolegniose em peixes, atingindo as brânquias, tecidos e órgãos internos (Shanor e Saslow 1944; Kitancharoen e Hatai 1996; Kiziewicz 2004; Kubitza 2005; Chauhan 2014).

A praga do lagostim, a granulomatose micótica, a doença da mancha vermelha e a síndrome epizootica ulcerativa são ocasionadas pelo gênero *Aphanomyces*, e foram relatadas como a causa da mortandade de peixes em ambientes naturais, (Hatai 1980, 1989; Dykstra et al. 1986; Fraser et al. 1992; Willoughby e Robert 1994; Samui et al. 2007; Nsonga et al. 2013; Kumar et al. 2015).

Algumas espécies do gênero *Pythium* são responsáveis por inúmeras parasitoses em seres aquáticos, atingindo crustáceos e peixes submetidos a ambientes propensos a estresse físico (Scott e O'bier 1962; Plaats-Niterink 1981; Pickering e Willoughby 1982; Kirk et al. 2008). *Pythium diclinum* foi observado parasitando ovos de Carpa (*Carassius carpa*) (Czeczuga e Muszyńska 1999), e identificado na Índia, parasitando guelras de algumas espécies de peixes (Sati e Khulbe 1983). Mastan (2015) corrobora que animais aquáticos criados em regime de confinamento como na aquicultura/piscicultura estão sujeitos à diversas infecções parasitárias, a exemplo da Saprolegniose, doença causada por oomicetos dos gêneros *Achlya*, *Dictyuchus* e *Saprolegnia* (Kubitza e Kubitza 2000).

Chinabut et al. (1995) e Hatai et al. (1994) reportaram episódios de patogenicidade a peixes por espécies do gênero *Aphanomyces*. Uma das ictiopatologias mais graves é a Síndrome Ulcerativa Epizootica (SUE), a qual é provocada por *Aphanomyces invadans*, atingindo tanto peixes de ambientes naturais quanto peixes mantidos em cativeiro. Nos Estados Unidos, a SUE foi registrada pela primeira vez em 1984 e culminou na mortandade de muitos peixes que habitavam regiões próximas à costa (Dykstra et al. 1986), anos após, foram registrados novos casos da síndrome causada por *A. invadans*, quando este microrganismo foi isolado em 21 espécies de peixes estuarinos (Sosa et al. 2007).

Em 2006, episódios dessa síndrome também foram relatados em rios que cortam o continente africano, e apesar de haver poucos relatos epidemiológicos dessa doença no meio ambiente, notou-se que *Aphanomyces invadans* afetou uma grande quantidade de peixes de várias espécies, pondo em risco a atividade pesqueira e até mesmo a segurança alimentar das comunidades locais que vivem do pescado e de sua comercialização (FAO 2009).

Ao investigar ictiopatologias causadas por oomicetos em peixes de água doce na Índia, Mastan et al. (2015) obteve um total de 17 isolados de oomicetos, pertencentes aos gêneros *Saprolegnia* e *Achlya*, os quais corresponderam a cinco espécies (*Saprolegnia diclina*, *S. ferax*, *S. hypogyana*, *S. parasitica*, e *Achlya americana*). Naquela pesquisa verificou-se um intenso crescimento micelial, e todas as espécies de oomicetos supracitadas demonstraram ser potencialmente patogênicas ocasionando a morte de todos os peixes num intervalo entre 24 e 96 horas. No continente europeu, Czczuga et al. 2010 constataram a ocorrência de 16 espécies de oomicetos dentre as quais algumas se destacaram como raras de serem encontradas como *Olpidiopsis saprolegniae*, *Saprolegnia litoralis*, *S. salmonis*, *Pythium diclinum* e *P. torulosum*, parasitando a pele de piranhas e peixes herbívoros, em ambientes lacustres da Polônia.

Os resultados desta pesquisa mostraram que nos criatórios investigados não houve registros de patogenicidade nos cultivares, porém foram encontradas espécies com potencial patogênico. Em um estudo realizado em três criatórios piscícolas na cidade de São Luís do Maranhão (Brasil), Pinheiro et al. 2015 identificaram o gênero *Saprolegnia* a partir de fragmentos da pele e brânquias de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818), e tilápia (*Oreochromis niloticus* L. 1758), e semelhante a esta pesquisa, também não foram observados sinais de infecções por oomicetos.

Com a finalidade de informar aos piscicultores sobre os cuidados básicos relacionados ao equilíbrio ecológico ambiental dos viveiros, e utilizando-se manuais de criação de peixes em cativeiros e pareceres técnicos de órgãos especializados (Kubtiza 2005; 2010; Codevasf 2013a; 2013b; Embrapa 2015; Mpa 2014), foi elaborado um folheto com informações sobre a piscicultura e sua importância nutricional e socioeconômica. Também foram registrados os cuidados e práticas de manejo referentes à produção de peixes em cativeiro, a importância dos oomicetos como parasitas em peixes e as consequências que podem ocasionar aos sistemas de criação.

Para facilitar a compreensão, foi utilizada a linguagem simples, ilustrações e fotografias que auxiliassem os piscicultores a perceberem rapidamente alterações patogênicas nos criatórios. Foram divulgadas as características de infecção em peixes sugestivas de parasitoses por oomicetos, e sugestões relacionadas à manutenção de viveiros escavados, à taxa de ração e despesca, sobre os métodos de tratamento e qualidade biológica da água e informações sobre a periodicidade de limpeza dos viveiros e medidas de desinfecção, como a calagem. Os folhetos foram distribuídos e apresentados oralmente aos criadores com os quais foi realizada esta pesquisa, e à Associação de Piscicultores do Estado do Piauí (Figura 2).

Figura 2. Folheto com instruções de cultivo e manutenção em viveiros de piscicultura.

(1 L. de formalina/19 L. d'água) e/ou com cloreto de sódio a 5% (2,5kg de sal/50 L. d'água);

- Evitar a criação em viveiros interligados;
- Viveiros separados destinados a recepção de alevinos e juvenis;
- Calagem entre ciclos reprodutivos (secagem dos viveiros ao sol por 5 dias, aplicação de cal virgem, principalmente em poças d'água ou áreas úmidas).



Calagem de viveiros de piscicultura: adição de cal virgem. (Foto: Google images, 2018)



Universidade Federal do Piauí
Centro de Ciências da Natureza-CCN
Departamento de biologia
Campus Ministro Petrônio Portela
Bairro Ininga, CEP 64.049-550, Teresina-PI
Laboratório de Fungos Zoospóricos - LFE/UFPPI





Elaboração
Laércio de Sousa Saraiva
Mestrando em Desenvolvimento e Meio Ambiente
TROPEN/PRODEMA/UFPPI
E-mail: laercio.sira@hotmail.com

Prof. Dr* José de Ribamar de Sousa Rocha
Orientador: rrocha@edu.ufpi.br

**Técnicas e Cuidados
Importantes na
Piscicultura de Viveiros
Escavados**



Teresina - PI
2016

1. PISCICULTURA: IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL E SOCIOECONÔMICA

A piscicultura é uma atividade agrícola que têm se destacado nos últimos anos, principalmente por ser um alimento nutritivo, apresentar um valor mais acessível que a carne vermelha e agradar o paladar do consumidor.

Esta cultura pode ocasionar impactos significativos sobre o meio ambiente, no entanto com a adoção de técnicas de manejo adequadas é possível evitar doenças infecciosas nos cultivos além de preservar a sustentabilidade das fazendas de criação.

2. OOMICETOS E PARASITÓSES ICTIOPATOLÓGICAS

PRINCIPAIS SINTOMAS:

- Peixes com natação irregular;
- Peixes moribundos e mortos;
- Aparecimento de "tufo de algodão" nas guelras;
- Descoloração no dorso, hemorragias na cauda ou cabeça dos peixes;
- Perca de escamas e morte sem causa aparente

EXEMPLOS DE PARASITÓSES:



Saprolegnias, conhecida como "Malo dos peixes".



A. Úlcera provocada por oomiceto; B. Peixe com despigmentação dorsal; C. Oomiceto Saprolegnia sp; D. Viveiros com peixes mortos por manejo inadequado.

3. SUGESTÕES DE MELHORIAS PARA O CULTIVO

- Uso de ração balanceada, evitar sobras;
- Adoção da prática do policultivo para aproveitar melhor o espaço e os recursos naturais disponíveis;
- Construção de viveiros em áreas já degradadas;
- Evitar o acúmulo de folhas, galhos e outro material orgânico dentro do viveiros (eutrofização);
- Adquirir alevinos ou juvenis com boa procedência e com atestado certificado por veterinário;
- Lavagem das mãos com álcool ou solução de iodo (200 mg Iodo/L. d'água) após a manipulação dos peixes;
- Equipamentos redes e puçás devem ser lavadas após o uso;
- Baldes, caixas de transporte, pHmetro, aeradores etc., devem ser desinfetados periodicamente, principalmente quando há suspeita de alguma doença. Desinfetar com formalina comercial a 5%

Gaia Scientia | ISSN 1981-1268 | Volume 15(2): 61-74

69

Conclusão

Nesta pesquisa, não houve registro de parasitoses causadas por oomicetos nos viveiros de piscicultura, porém foram encontradas espécies com potencial patogênico, o que deve servir de alerta para os piscicultores, uma vez que muitos representantes desse grupo de microrganismos apresentam nicho diversificado e estão adaptados a vários ecossistemas aquáticos e terrestres. Esses dados serviram de base para a promoção da educação ambiental ligadas às técnicas de cultivo piscícola e tiveram o objetivo de alertar os piscicultores a estarem atentos às ictiopatologias oomicóticas, por utilizarem medidas profiláticas adequadas.

Participação dos autores: Ambos os autores participaram de todas as etapas do processo, desde a concepção da pesquisa, contato com os piscicultores, levantamento dos dados de campo e confecção do trabalho escrito. JRSR foi o responsável pela orientação técnica e científica de toda a pesquisa.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: As declarações de aprovação e consentimento éticos foram dispensadas uma vez que o foco da pesquisa não requereu manipulação direta ou indireta de vivos. Tão somente consolidou com a permissão de acesso dos piscicultores aos seus campos de produção.

Disponibilidade dos dados: artigo como produto da dissertação de Mestrado do primeiro autor. Os dados dessa pesquisa não estão depositados em nenhum banco de dados, mas a dissertação está disponível no repositório da Universidade Federal do Piauí – UFPI (<https://repositorio.ufpi.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/178/DISSERTA%C3%87%C3%83O.pdf?sequence=1>).

Fomento: O primeiro autor agradece o fomento financeiro à CAPES, que disponibilizou a bolsa de mestrado.

Conflito de Interesses: Os autores reafirmam não haver conflito de interesses.

Referências

- Afzali SF, Hassan MD, Sharifpour I, Afsharnasab M, Shankar S. 2015. Experimental infection of *Aphanomyces invadans* and susceptibility in seven species of tropical fish. *Veterinary World* 8(9):1038-1044. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2019.151697>.
- Alexopoulos CJ, Mims CW, Blackwell M. 1996. *Introductory mycology*. New York: John Wiley & Sons, 865 p.
- Beakes GW, Honda D e Thines M. 2014. Systematics of the Straminipila: Labyrinthulomycota, Hyphochytridiomycota, and Oomycota. In: *Systematics and Evolution, The Mycota, VIII Part A*, D. J. McLaughlin and J. W. Spatafora (Eds.). 2ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p.39-97.
- Beakes GW, Thines M. 2017. Hyphochytridiomycota and Oomycota. In: Archibald J, Simpson A, Slamovits C (eds) *Handbook of the Protists, Second Edition*. Springer International Publishing, Cham 435–505.
- Chauhan R. 2014. Fungal attack on *Tilapia mossambicus* in culture ponds, leading to mortality of fishes. *International Journal of Pharma Sciences and Research* 5(7):425-428.
- Chinnabut S, Roberts RJ, Willoughby LG, Pearson MD. 1995. Histopathology of snakehead, *Channa striatus* (Bloch) experimentally infected with the specific *Aphanomyces* fungus associated with Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS) at different temperatures. *Journal of Fish Diseases* 18(1):41-47. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1995.tb01264.x>
- Codevasf. Manual de criação de peixes em viveiro. Brasília, DF. Editora Aná Nabuco/Lettera Comunicação. 2013a.
- Codevasf, Manual de criação de peixes em Tanques-rede. Brasília, DF. Ed. Codevasf, 2ªed. 2013b. 68 p.

- Corrêa RO, Mota DMM, Meyer G. 2010. Tipologia da Piscicultura Familiar no Nordeste Paraense. *Agrotropica* 22(2):75-88.
- Czczuga B, Muszyńska E. 1999. Aquatic fungi growing on the eggs fishes representing 33 cyprinid taxa (Cyprinidae). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 29(2):53-72.
- Czczuga B, Godlewska A, Mazalska B, Muszyńska E. 2010. Straminipilous organisms growing on herbivorous pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) and carnivorous piranha (*Pygocentrus nattereri*) from Poland. *Brazilian Journal of Biology* 70(2):335-339.
- Diéguez-Uribeondo J, Fregeneda-Grandes JM, Cerenius L, Pérez-Iniesta E, Aller-Gancedo JM, Tellería MT, Söderhäll K, Martín MP. 2007. Re-evaluation of the enigmatic species complex *Saprolegnia diclina* – *Saprolegnia parasitica* based on morphological, physiological and molecular data. *Fungal Genetics. Biology* 44(7): 585-601. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2007.02.010>
- Dykstra MJ, Noga EJ, Levine JE, Moye DW. 1986. Characterization of the *Aphanomyces* species involved with ulcerative mycosis in menhaden. *Mycologia* 78(4):664–672.
- Embrapa, pesca e aquicultura. 2015. Melhoramento de Espécies Aquícolas com foco na Resistência a Doenças. Relatório técnico. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136151/1/CNPASA2015doc17.pdf>
- FAO. 2009. Report of the international emergency disease investigation task force on a serious fish disease in Southern Africa. Disponível em <http://www.fao.org/3/i0778e/i0778e00.htm>
- FAO. 2015. Food outlook: Biannual report on global food markets. Rome: FAO, 2015. 9p. Disponível em <http://www.fao.org/3/a-i5003e.pdf>. Acessada em 26/01/2021.
- Fraser GC, Millar SD, Calder LM. 1992. *Aphanomyces* species associated with red spot disease: An ulcerative disease of estuarine fish from eastern Australia. *Journal of Fish Diseases* 15(2):173–181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1992.tb00651.x>
- Fregeneda-Grandes JM, Rodríguez-Cadenas F, Aller-Gancedo JM. 2007. Fungi isolated from cultured eggs, alevins and broodfish of brown trout in a hatchery affected by saprolegniosis. *Journal of Fish Biology* 71(2):510-518. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01510.x>
- Hatai K. 1980. Studies on pathogenic agents of saprolegniasis in fresh water fishes. *Studies on Pathogenic Agents of Saprolegniasis in Fresh Water Fishes* 8:1-95.
- Hatai K. 1989. Fungal pathogens/parasites of aquatic animals. In: Austin B, Austin D. A. (eds) *methods for the microbiological examination of fish and shellfish*. Ellis Horwood Ltd., West Sussex. p. 240–272.
- Hatai K, Hoshiai G. 1992. Mass mortality in cultured coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) due to saprolegnia parasitica Coker. *Journal of Wildlife Diseases* 28(4) 532-536. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-28.4.532>.
- Hatai K, Nakamura K, Rha SA, Yuasa K, Wada S. 1994. *Aphanomyces* infection in the dwarf Gourami (*Colisa lalia*). *Fish Pathology* 29(2):95-99.
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. 2008. *Dictionary of the Fungi*. 10^a ed., Wallingford, CABI Bioscience.
- Kitancharoen N, Hatai K. 1996. Experimental infection of *Saprolegniasis* spp. In Rainbow trout eggs. *Fish Pathology* 31(1):49-50. <https://doi.org/10.3147/jsfp.31.49>
- Kiziewicz B. 2004. Aquatic fungi growing on the muscle of vendace (*Coregonus albula* L.), Alpine bullhead (*Cottus poecilopus* H.) and lake trout (*Salmo trutta lacustris* L.) from lake hańcza (NE Poland). *Zoologica Poloniae* 49(4):85-95.

- Kozubíková-Balcarová E, Koukol O, Martín MP, Svoboda J, Petrusek A, Diéguez-Uribeondo J. 2013. The diversity of oomycetes on crayfish: Morphological vs. molecular identification of cultures obtained while isolating the crayfish plague pathogen. *Fungal Biology* 117(10):682-691. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2013.07.005>
- Kubitza F, Kubitza LMM. 2000. Tilápias: qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade – Parte 1. *Panorama da Aquicultura* 59(10):44-53.
- Kubitza F. 2005. Antecipando-se às Doenças na Tilápiocultura. *Panorama da Aquicultura* 89(15):15-23.
- Kubitza F, Ono E. 2010. Piscicultura familiar como ferramenta para o desenvolvimento e segurança alimentar no meio rural. *Panorama da Aquicultura* 20(117):14-23.
- Kumar V, Roy S, Barman D. 2015. Effect of *Mikania cordata* (Burm) BL Robins on nonspecific Immune response of *Catla catla* (Hamilton, 1822) against *Aphanomyces invadans*. *Fishery Technology* 52(1):20-25.
- Marano AV, Pires-Zottarelli CLA, Gleason FH, Neuhauser S, Steciow MM. 2011. Assemblages of zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids in freshwater ecosystems. In: Browne, S.A. (Ed.) *Aquatic Ecosystems Series Nova Publishers*. New York, p.1-55.
- Marano AV, Jesus AL, de Souza JI, Jeronimo GH, Gonçalves DR, Boro MC, Rocha SCO, Pires-Zottarelli CLA. 2016. Ecological roles of saprotrophic Peronosporales (Oomycetes, Straminipila) in natural environments. *Fungal Ecology* 19:77-88. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.06.003>
- Mpa, Ministério da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/pesca>. Acessada em: 20/10/2017.
- Mastan SA. 2008. Incidents of Dermatomycosis in fishes of Lapur reserviour, Bhopal, (M.P.) *Journal of Herbal Medicine Toxicology* 1(2):37-40.
- Mastan SA, Begun SA, Osman Ahmed MD, Shamshad S. 2015. Mycotic infection in some economically important freshwater fishes. *World Journal of Farmacy and Phamaceutical Sciencie* 11(4): 1449-1456.
- Mastan SA. 2015. Fungal infection in freshwater fishes of Andhra Pradesh, India. *African Journal of Biotechnology* 14(6):530-534. <https://doi.org/10.5897/AJB12.558>
- Milanez AI. Distribuição de fungos de águas continentais. In: Fidalgo O, Bononi VL (Coords.). 1989. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Instituto de Botânica, São Paulo. Brasil, p. 17-20.
- Milanez AI, Pires-Zottarelli CLA, Gomes AL. 2007. *Brazilian zoosporic fungi*. São Paulo. 113 p.
- Moura RT, Lopes YVA, Henry-Silva GG. 2014. Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no Semiárido do Rio Grande do Norte. *Química Nova* 37(8):1283-1288. <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140203>
- Nsonga A, Mfifilodze W, Samui KL, Sikawa D. 2013. Epidemiology of Epizootic Ulcerative Syndrome in the Zambezi River System. A case study for Zambia. *Human & Veterinary Medicine International Journal of the Bioflux Society* 5(1):1-8.
- Oie. 2015. Epizootic ulcerative syndrome. In: *Manual of diagnostic tests for aquatic animals*. (Chapter 2.3.2), p. 1-13.
- Plaats-Niterink AJV. 1981. Monograph of genus *Pythium*. *Studies in Mycology*.
- Pickering AD, Willoughby LG. 1982. Saprolegnia infection of salmonid fish. In: 50th Annual Report, *Institutes of Freshwater Ecology*, p. 38-48.
- Pinheiro CAM, Pinheiro RS, Santos WHL, Serra IMRS, Santos DMS. 2015. Qualidade da água e incidência de fungos em peixes oriundos de pisciculturas no município de São Luís-Maranhão. *Pesquisa em Foco* 20(1):53-69.

- Rocha JRS, Rodrigues EP, Viana HS, Silva HSVP, Sousa LMA, Barros BS V. 2010. Distribuição geográfica de *Aphanodictyon papillatum* Huneycutt ex Dick (Saprolegniales) no Brasil. Acta Botânica Malacitana 35:171-176. <https://doi.org/10.24310/abm.v35i0.2891>
- Samui KL, Hangombe B, Choongo K, Syachaba M, Phiri H. Report on the field expedition to assess the possible causes of the general fish kill in western Province. School of Veterinary Medicine, University of Zambia, 2007. p. 29.
- Sandoval-Sierra JV, Latif-Eugenin F, Martín MP, Zaror L, Diéguez-Uribeondo J. 2014. Saprolegnia species affecting the salmonid aquaculture in Chile and their associations with fish developmental stage. Aquaculture 434:462-469. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.005>
- Sati SC, Khulbe RD. 1983. *Pythium gracile*, as parasite on fish gills. Indian Phytopathology 36:587-588.
- Scott WW, O'bier AH. 1962. Aquatic Fungi Associated with Diseased Fish and Fish Eggs. The Progressive Fish-Culturist 24(1):3-15. [https://doi.org/10.1577/1548-8659\(1962\)24\[3:AFAWDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1962)24[3:AFAWDF]2.0.CO;2)
- Shanor L, Saslow HB. 1944. Aphanomyces as a fish Parasite. Mycologia. 36(4):413-415. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/3754756?seq=1#page_scan_tab_contents. Acessada em 25/01/2021.
- Sosa ER, Landsberg JH, Stephenson CM, Forstchen AB, Vandersea MW, Litaker RW. 2007. *Aphanomyces invadans* and ulcerative mycosis in estuarine and freshwater fish in Florida. Journal Aquat Anim Health 19(1):14-26. <https://doi.org/10.1577/H06-012.1>
- Songe MM, Thoen E, Evensen Ø, Skaar I. 2014. In vitro passages impact on virulence of *Saprolegnia parasitica* to Atlantic salmon, *Salmo salar* L. parr. Journal Fish Diseases 37(9):825-834. <https://doi.org/10.1111/jfd.12175>
- Srivastava GC, Srivastava RC. 1976. A note on the destruction of the eggs of *Cyprinus carpio* var. *Communis* by the members of Saprolegniaceae. Current Scientific & Culture 42: 612-614.
- Steciow MM, Milanez AI, Pires-Zottarelli CLA, Marano AV, Lecther PM, Vélez CG. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids status of knowledge in South America. Darwiniana 50(1):25-32. <https://www.jstor.org/stable/41825695>
- Van den Berg AH, McLaggan D, Diéguez-Uribeondo J, van West P. 2013. The impact of the water moulds *Saprolegnia diclina* and *Saprolegnia parasitica* on natural ecosystems and the aquaculture industry. Fungal Biology Review 27 (2):33-42. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2013.05.001>
- Verma V. 2008. Fungus disease in fish, diagnosis and treatment. 2008. Veterinary World 1(2):62.
- Vickie B, Scott P, Edward P. 1999. Fish health, fungal infections, and Pfiesteria: The role of the U.S. Geological Survey. Fact sheet (Geological Survey (U.S.)), p. 98-114. Disponível em <https://pubs.usgs.gov/fs/1998/0114/report.pdf> Acessada em 25/01/2021.
- Wijayawardene NN, Hyde KD, Al-Ani LKT, Tedersoo L, Haelewaters D, Rajeshkumar KC, Zhao RL, Aptroot A, Leontyev DV, Saxena RK, Tokarev YS, Dai DQ, et al. 2020. Outline of Fungi and fungus-like taxa. Mycosphere 11(1), 1060-1456. <https://www.doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/8>.
- Willoughby LG, Robert RJ. 1994. Improved methodology for isolation of the *Aphanomyces* fungal pathogen of epizootic ulcerative syndrome (EUS) in Asian fish. Journal Fish Diseases 17(5):237-248. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1994.tb00250.x>
- Willoughby LG, Roberts RJ, Chinabut S. 2006. *Aphanomyces invaderis* sp. nov., the fungal pathogen of freshwater tropical fish affected by epizootic ulcerative syndrome. Journal of Fish Diseases 18(3):273-276. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.1995.tb00302.x>
- Yadav MK, Pradhan KP, Sood N, Chaudhary DK, Verma KD, Chauhan UK, Punia P, Jena JK. 2016. Innate immune response against a oomycete pathogen *Aphanomyces invadans* in common carp (*Cyprinus carpio*), a fish resistant to epizootic ulcerative syndrome. Acta Tropica 155:71-76. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.12.005>

Zimmermann S, Moreira HLM, Vargas L, Ribeiro RP. 2001. Fundamentos da Moderna Aquicultura. Canoas, Editora Ulbra, p.199.



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.