



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E**  
**MEIO AMBIENTE (PRODEMA)**  
**MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE (MDMA)**  
**SUBPROGRAMA PRODEMA/PRPG/UFPI**

**LAÉRCIO DE SOUSA SARAIVA**

**DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA) EM FAZENDAS DE**  
**PISCICULTURA EM TERESINA – PI**

**TERESINA**  
**2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
(UFPI)  
Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste  
(TROPEN)  
Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(PRODEMA)  
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(MDMA)**

**LAÉRCIO DE SOUSA SARAIVA**

**DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA) EM FAZENDAS DE  
PISCICULTURA EM TERESINA – PI**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito ao título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de pesquisa: Biodiversidade e utilização sustentável dos recursos naturais.

Orientador: Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha

**TERESINA-PI  
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco  
Serviço de Processamento Técnico

- S243d Saraiva, Laércio de Sousa.  
Diversidade de oomicetos (Oomycota) em fazendas de piscicultura em Teresina – PI / Laércio de Sousa Saraiva. -- 2016.  
98 f. : il.
- Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.  
“Orientação: Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha.”
1. Oomicetos. 2. Piscicultura – Parasitoses. 3. Ecologia.  
4. Diversidade. I. Título.

CDD 579.54

**LAÉRCIO DE SOUSA SARAIVA**

**DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA) EM FAZENDAS DE  
PISCICULTURA EM TERESINA – PI**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), como requisito ao título de mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de Concentração: Desenvolvimento do Trópico Ecotonal do Nordeste. Linha de pesquisa: Biodiversidade e utilização sustentável dos recursos naturais.

Orientador: Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha

---

Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha  
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(PRODEMA/UFPI/PRPG/TROPEN)  
Orientador

---

Prof. Dr. Anderson Guzzi  
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
(PRODEMA/UFPI/PRPG/TROPEN)  
Membro Interno

---

Dra. Alitiene Moura Lemos Pereira  
(EMBRAPA MEIO-NORTE)  
Membro Externo

---

Prof. Dra. Márcia Percília Moura Parente  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ-UESPI  
Suplente Externo

***Dedico,** esta vitória aos meus pais que são o baluarte da minha vida e a fonte de toda inspiração e amor eterno.*

**“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima!”**  
*Louis Pasteur*

## AGRADECIMENTOS

À Jeová Deus pela dádiva da vida, e como fonte de força nos momentos difíceis, e por permitir mais uma conquista em minha vida. A Ti damos graças ó Pai Eterno!

Ao meu pai Luis Alves Saraiva (*in memoriam*) que com muita dedicação e alheio as barreiras não mediu esforços em proporcionar o melhor à nossa família, principalmente na criação dos filhos.

A minha mãe Madalena Francisca de Sousa Saraiva, por ser a melhor mãe que poderia existir nessa terra e em qualquer outro lugar do universo, por sempre estar ao meu lado principalmente nos momentos difíceis, demonstrando altruísmo e o seu amor em toda plenitude. Saiba que lhe amo e amarei incondicionalmente até o fim dos meus dias!

E ao meu irmão Leonardo de Sousa Saraiva pelo incentivo e ajuda nos momentos de necessidade. Aos amigos João Pedro, Juliana por estarem sempre ao meu lado, e ao meu parceiro Aurélio e sua esposa Thaís que gentilmente me aconheram junto a sua família quando em outra capital.

À Nayara Danielle por ser uma grande incentivadora em todo esse processo, sempre estando à disposição para ajudar, com paciência e muito amor, dedicando seu tempo e esforços em todos os momentos, sem dúvidas foi meu “braço direito” principalmente na reta final.

Ao prof<sup>o</sup> Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha, pela orientação e por demonstrar paciência, atenção e ser o precursor em ensinar-me nesta área até então desconhecida.

Ao Laboratório de Organismos Zoospóricos, aos seus estagiários e companheiras de pesquisa, pelos momentos de descontração, aprendizagem e na labuta diária de desafios e novas descobertas.

Aos senhores Araújo, Pedro, Marlos e Francisco por permitirem o acesso a suas propriedades e por estarem sempre dispostos a contribuir com esta pesquisa.

A Universidade Federal do Piauí - UFPI e ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional.

Aos professores do Trópico Ecotonal do Nordeste - TROPEN pelos conhecimentos repassados e por contribuírem na expansão do conhecimento científico e na minha formação acadêmica.

Aos colegas de curso com quem tive oportunidade de interagir e trocar experiências, companheiros nos momentos de “aperreio” e de descontração.

À Natália, Lígia, Kelly por ajudaram em vários momentos sempre que possível, sendo companheiras em resolver os problemas que surgiram.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa por suas contribuições, e por mostrarem interesse em transmitir conhecimentos, apurando a visão científica e instigando o senso crítico.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos, e aos professores Paulo Ramalho e Jaíra Alcobaça por serem justos e agirem de modo ético-profissional.

A Embrapa Meio Norte por ceder seus equipamentos e seu pessoal possibilitando a realização das análises necessárias, em especial à Lúcia Eleníca pela atenção e cordialidade.

Às Doutoradas Fabíola Helena, Alitiane Pereira e ao doutor Seixas por sua simpatia e inestimáveis contribuições em ceder do seu tempo e atenção.

Ao MPA representado pelo Bráulio José e Lorrane pela sua atenção e presteza em ajudar quando possível, fornecendo informações importantes para a realização dessa pesquisa.

Aos funcionários do Tropen – Dona Maridete, senhor Batista e senhor Raimundo pela gentileza e cordialidade em atender sempre que possível nossas solicitações.

À todos que direta e indiretamente contribuíram para que essa conquista se tornasse realidade,  
Muito Obrigado!!!

## RESUMO

A partir da década de 1980 a piscicultura passou a ser uma atividade largamente executada em todo o mundo. No Brasil esta atividade tem se destacado e gerado resultados sócio-econômicos significativos. No entanto, a piscicultura manifesta problemas que podem interferir na sua sustentabilidade, dentre os quais se destacam as ictiopatologias ocasionadas por microrganismos do filo Oomycota. Esta pesquisa objetivou determinar as espécies de oomicetos em criatórios de peixes em Teresina, PI, relacionar sua ocorrência e diversidade com os fatores abióticos das fazendas de piscicultura e avaliar o potencial patogênico das espécies encontradas. Foram realizadas coletas bimestrais de solo e água em seis pontos nos taludes dos viveiros de criação de peixes, no período de julho de 2014 a maio de 2015 das quais obteve-se 301 isolamentos distribuídos em 19 táxons, sendo *Aplanopsis terrestris* Höhnk a primeira citação para o Brasil e *Brevilegnia longicaulis* Johnson, a segunda. Nesta pesquisa *Pythiogeton ramosum* e *Aphanomyces keratinophilus* foram as espécies mais abundantes. Da análise dos fatores ambientais, observou-se que as fazendas de piscicultura atendem às normas ambientais preconizadas pelo CONAMA, no entanto, alguns fatores como a temperatura e o potencial hidrogeniônico podem estar relacionados à ocorrência e distribuição das populações de oomicetos, sendo o monitoramento desses fatores importante para a manutenção do equilíbrio ecológico em viveiros de piscicultura. Quanto a investigação de espécies parasitas, 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 de Teresina, uma vez que muitos representantes desse grupo de microrganismos apresentam nicho diversificado e estão adaptados a vários ecossistemas. Esses dados serviram de base para a promoção da educação ambiental ligadas às técnicas de cultivo piscícola, e evidenciaram a importância de maiores estudos sobre a ecologia e diversidade de oomicetos nos ecossistemas, com o intuito de investigar as alterações que podem ocasionar em outros seres vivos e no ambiente.

**Palavras-chave:** Ecologia, Diversidade, manejo, oomycetes, parasitoses em peixes.

## ABSTRACT

From the 1980s, the fishfarming has become a widely performed activity worldwide. In Brazil, this activity has been highlighted and generated significant socio-economical results. However, fish farming manifest problems that can interfere with sustainability, among which stand out the ictiopatologias caused by Oomycota. This research aimed to determine the species of oomycetes in fish farms in Teresina, PI, and relate their occurrence and diversity with the abiotic factors of fish farms in order to evaluate the pathogenic potential of the species found. Bimonthly samples of soil and water were carried out at six points on the slope's wall of fish ponds, from July 2014 to May 2015 of which was obtained 301 isolates distributed in 19 taxa, *Aplanopsis terrestris* Höhnk being the first quote to Brazil and *Brevilegnia longicaulis* Johnson, the second. In this research *Pythiogeton ramosum* and *Aphanomyces keratinophilus* were the most abundant species. Analyzing environmental factors, it was observed that the fish farms comply environmental standards established by CONAMA, however, some factors such as temperature and hydrogenionic potential may be related to the occurrence and distribution of populations of oomycetes, and monitoring these important factors for maintaining the ecological balance in piscicultura nurseries. The investigation of parasitic species, there was no record of parasitic diseases caused by Oomycetes in fishponds, but found species with pathogenic potential, which should alert serve for fish farmers in Teresina, since many representatives of this microorganism group show diversified niche and are adapted to various ecosystems. These data formed the basis for the promotion of environmental education related to fish farming techniques, and emphasized the importance of further studies on the ecology and diversity of oomycetes ecosystems, with the intuition to investigate the changes that can lead to other living beings and in the environment.

**Keywords:** Ecology, diversity, management, oomycetes, parasites in fishes

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
<b>Artigo I</b>	
1. Localização dos pontos de coleta de solo e água nos viveiros de peixes em Teresina – PI.....	40
2. Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a. <i>Leptolegniella keratinophila</i> Huneycutt – hifas com formação de esporos de resistência. b. <i>Globisporangium echinulatum</i> Matthews – Oogônio ornamentado. c. <i>Pythium ultimum</i> var. <i>sporangiiiferum</i> - oogônios em evidência. d. – <i>Pythium sp</i> Grupo T - zoosporângio inflados. e. <i>Phytophythium palingenes</i> Drechsler - zoosporângio intercalar cheio, maduro. f. <i>Phytophythium palingenes</i> Drechsler – zoosporângio maduro com papila apical de liberação e zoosporângio com proliferação interna.....	46
3. Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a. <i>Phytophthora</i> sp – zoosporângios inflados/maduros. b. <i>Phytophthora</i> sp – zoosporângio pós liberação de zoosporos. c. <i>Pythiogeton dichotomum</i> Tokun – configuração característica. d. <i>Pythiogeton ramosum</i> Minden – Zoosporângio busiforme maduro. e. <i>Pythiogeton unifome</i> Lund – Zoosporângio terminal com tubo de liberação alongado. f. <i>Pythiogeton utriforme</i> Minden – estrutura de resistência em ecdise de cobra.....	50
4. Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a. <i>Plectospora myriandra</i> Drechsler – Oogônio com oósporo maduro. b. <i>Achlya orion</i> Cocker & Couch - Atracação anteridial monoclina; c. <i>Achlya prolifera</i> Nees- Oogônio com oósporos maduros. d. – <i>Achlya proliferoide</i> Coker - Anterídio envolvendo a hifa vegetativa. e. <i>Aplanopsis terrestris</i> Höhnk - Célula anteridial simples. f. <i>Aplanopsis terrestris</i> Höhnk – célula anteridial evidenciando ramo anteridial monoclino.....	55
5. Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a – <i>Aphanomyces keratinophilus</i> M.Ôkubo - Zoosporângio com liberação aclióide. b. <i>Aphanomyces helicoides</i> Minden - Anterídeos formando ramificações espirais helicoides sobre o pedúnculo do oogônio. c. <i>Aphanomyces keratinophilus</i> M.Ôkubo - Oósporos esféricos em escama de peixe. d. <i>Aphanomyces keratinophilus</i> M.Ôkubo – Oósporos em asa de cupim. e. <i>Brevilegnia longicaulis</i> T.W. Johnson – Oogônios esféricos com parede lisa, proliferando. e. <i>Dictyuchus</i> sp. Leitg - Zoosporângio em ecdise de cobra.....	59

## **Artigo II**

1. Fazendas de criação de peixes em cativeiro em Teresina – Piauí.....71

## **Artigo III**

1. Localização das Fazendas de piscicultura no município de Teresina, Piauí.....85
2. Folheto com instruções de cultivo e manutenção em viveiros de piscicultura.....90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Pág.</b>
<b>Artigo II</b>	
1. Oomicetos (Oomycota) isolados de amostras de água e solo em viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. Jul/2014 a Maio/2015. AT= abundancia total, FT = Frequência total...73	
2. Oomicetos isolados de amostras de água e solo em viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil, segundo a frequência da Escala de Braun-Blanquet..... 74	
3. Valores médios de Temperatura (°C), Umidade do ar, e Abundância (A) de oomicetos de quatro fazendas de piscicultura em Teresina – PI, no período de julho/2014 a maio/2015.....75	
4. Valores médios ( $\bar{X}$ ) das variáveis físico-químicos das fazendas de piscicultura (F1 a F4), no período de julho/2014 a maio/2015, em Teresina – PI.....75	
<b>Artigo III</b>	
1. Lista dos Oomicetos isolados de viveiros em fazendas de piscicultura em Teresina, Piauí.....86	
2. Oomicetos com potencial patogênico e seus respectivos hospedeiros, isolados de viveiros de piscicultura.....87	
3. 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; FT: Frequência total.....88	

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

APHA - American Public Health Association

BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

LFZ/UFPI – Laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura

OIE – World Organisation for animal Health

OMS – Organização Mundial da Saúde

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

## SUMÁRIO

<b>1.0 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.0. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1. Caracterização e diversidade de Oomicetos .....	18
2.2. A Piscicultura. ....	19
2.3. A evolução da piscicultura no Brasil.....	22
2.4. Dificuldades no desenvolvimento da piscicultura.....	24
2.5. Oomicetos e potencial patogênico.....	25
<b>3.0 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>
<b>4.0 ARTIGOS.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1. ARTIGO I</b>	
<b>DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA) EM TANQUES DE PISCICULTURA EM TERESINA, PIAUÍ.....</b>	<b>35</b>
Resumo .....	37
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	40
Resultados e Discussão.....	42
Referências .....	60
<b>4.2. ARTIGO II</b>	
<b>DINÂMICA DA COMUNIDADE DE OOMICETOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA-PI.....</b>	<b>68</b>
Resumo .....	69
Abstract.....	69
Resumen.....	69
Introdução.....	69
Material e Métodos.....	70
Resultados e Discussão.....	72
Considerações Finais.....	76
Referências.....	76

### **4.3. ARTIGO III**

#### **OOMICETOS PATOGÊNICOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA, PIAUÍ.....82**

Resumo.....83

Introdução.....83

Material e métodos.....84

Resultados e Discussão.....85

Referências.....91

#### **5.0 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....96**

#### **APÊNDICES .....97**

APÊNDICE I: Coleta de água e solo nas margens dos criatórios escavados na cidade de Teresina-PI.....98

## 1. INTRODUÇÃO

A maioria das atividades humanas necessita de recursos ambientais para sua manutenção e subsistência, e dentre os recursos naturais mais utilizados a água desempenha um imprescindível papel no atendimento às exigências econômico-sociais dos seres humanos, o que ocasiona uma grande pressão sobre os recursos hídricos naturais e os ecossistemas (FRANCO, HERNANDEZ, 2012).

Com a intensificação das ações referentes ao desenvolvimento sustentável a manutenção dos recursos naturais tornou-se indispensável para o equilíbrio ambiental. A água é um dos recursos em que mais se detém atenção por apresentar-se distribuída de forma irregular no planeta e por ser considerada finita (SCARE, 2003). Quanto ao uso da água, o cultivo de organismos aquáticos apresenta-se como uma atividade economicamente competitiva e dessa forma deve moldar-se ao atual conceito de sustentabilidade, o que implica na agregação de novos conhecimentos técnicos valorais relacionados à produção do setor aquícola (ELER, MILLANI, 2007).

Com o passar dos anos a criação de peixes em cativeiro tornou-se uma atividade promissora e consolidou-se como economicamente viável em todas as regiões do Brasil, gerando emprego e renda e dinamizando a economia do país. No entanto, assim como em outras atividades econômicas, os empreendimentos de piscicultura necessitam de máxima atenção por parte dos seus gestores uma vez que a falta de conhecimento técnico e/ou a carência de mão de obra especializada podem ocasionar diversos problemas que muitas vezes impactam negativamente na produtividade (CORRÊA *et al.*, 2010; MEYER, *et al.*, 2011).

Um dos aspectos que deve ser considerado refere-se às ictiopatologias ocasionadas por microrganismos aquáticos dentre os quais se destacam os organismos zoospóricos do filo Oomycota. Estes seres já foram relatados como responsáveis por parasitoses em peixes (MOORE-LANDECKER, 1996; ALEXOPOULOS *et al.*, 1996; SALES, 2009), causando grandes perdas na produção de pescado para o consumo humano (SHANOR; SASLOW, 1944; ZIMMERMANN *et al.*, 2001; NSONGA *et al.*, 2013).

Levando em consideração o seu território e sua riqueza biológica, no Brasil ainda são poucos os estudos relacionados à distribuição, a diversidade de oomicetos e a importância desses fungos nos ecossistemas aquáticos e terrestres (MILANEZ; PIRES-ZOTTARELLI, 1999; MILANEZ *et al.* 2007; NASCIMENTO, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2011), não sendo conhecida nenhuma pesquisa referente à presença desses microrganismos em viveiros

escavados de criação de peixes, o que eleva a importância da pesquisa científica quanto às ictiopatologias fúngicas na piscicultura.

Os organismos zoospóricos podem ser encontrados tanto em ambientes aquáticos (marinhos e continentais) como em ambientes terrestres secos ou úmidos e dessa forma são caracterizados como seres cosmopolitas que apresentam um enorme potencial adaptativo, o que os possibilita serem encontrados tanto em ambientes preservados quanto em ambientes impactados (PIRES-ZOTTARELLI, 1999; SCHOENLEIN-CRUSIUS *et al.*, 2006).

Esses organismos estão presentes em reservatórios d'água colonizando folhas, ramos, caules, gramíneas e material animal, e dessa maneira, contribuem para o enriquecimento mineral da matéria orgânica e ciclagem dos nutrientes por, juntamente com as bactérias, decompõem os compostos orgânicos, e também por interagirem com outros seres vivos, o que demonstra sua enorme importância nos ecossistemas (CHRISTENSEN; SCHOENLEIN-CRUSIUS, MILANEZ, 1989; SCHOENLEIN-CRUSIUS, 1993; ALEXOPOULOS *et al.*; MOORE-LANDECKER, 1996; KIZIEWICZ, 2004).

A distribuição desses microrganismos nos ambientes aquáticos depende das habilidades decompositoras que apresentam e das adaptações às características dos ambientes em que vivem. Embora algumas espécies apresentem nicho restrito a ambientes e substratos específicos, ou capacidade de decompor apenas certas substâncias, a maioria dos fungos pode se desenvolver em qualquer substrato e muitas vezes em qualquer ambiente. Eles possuem uma grande capacidade de degradação de resíduos de carbono e de compostos nitrogenados, como açúcares simples, celulose, hemicelulose, lignina, pectinas, proteínas (quitina e queratina), entre outras substâncias (KJØLLER, STRUWE 1992; MOORE-LANDECKER, 1996; ALEXOPOULOS *et al.*, 1996).

Tendo em vista os aspectos mencionados, este trabalho teve por finalidade realizar o levantamento da diversidade dos organismos zoospóricos em viveiros de peixes localizados na cidade de Teresina – Piauí. Acredita-se que a identificação dessas espécies possa contribuir para o desenvolvimento de boas práticas de manejo e preservação da qualidade biológica das águas dos criatórios, além de colaborar para a orientação e aperfeiçoamento das técnicas de manejo e cultivo, e na prevenção de parasitoses em peixes para o consumo humano, o que sem dúvidas é de primordial interesse aos que sobrevivem direta ou indiretamente desta atividade. Ademais o estudo sobre a diversidade desses microrganismos possibilita a expansão do conhecimento científico e seu consequente enriquecimento em diversas áreas do saber como a micologia.

Deste modo, no decorrer desta pesquisa analisaremos as seguintes hipóteses:

- Os organismos zoospóricos (oomicetos) estão presentes no ambiente aquático e no solo dos taludes.
- Os Oomicetos são capazes de causar ictiopatologias nos peixes que habitam este ambiente.
- O conhecimento da diversidade de Oomicetos patogênicos poderá favorecer o aprimoramento das técnicas de manejo nos viveiros.

Os resultados desta pesquisa que compõem a dissertação encontram-se estruturados em forma de artigo científico, que serão submetidos às revistas especializadas para publicação. O primeiro artigo tem como título **Diversidade de Oomicetos (Oomycota) em tanques de piscicultura em Teresina, Piauí**, que objetiva identificar e caracterizar os táxons desse grupo de microrganismos encontrados em viveiros de peixes; o segundo artigo **Dinâmica da comunidade de Oomicetos em viveiros de piscicultura em Teresina - PI**, correlaciona a distribuição e ocorrência da comunidade de Oomicetos por meio da análise de fatores abióticos em fazendas de piscicultura; o terceiro artigo intitulado **Oomicetos patogênicos em viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí** identifica Oomicetos nos viveiros de piscicultura destacando as espécies parasitas que podem causar ictiopatologias, e promove a educação ambiental por meio da elaboração e divulgação de folhetos aos piscicultores com orientações acerca de estratégias de manejo baseadas primordialmente nos oomicetos encontrados.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO E DIVERSIDADE DE OOMICETOS

Os organismos zoospóricos, apresentam uma heterogeneidade de aproximadamente 1.998 espécies; são microrganismos flagelados que baseados em estudos morfológicos e moleculares, encontram-se classificados em três reinos: Reino Fungi, composto pelos filos Chytridiomycota e Blastocladiomycota, que apresentam esporos com um único flagelo posterior simples, e Neocallimastigomycota com esporos poliflagelados; o reino Chromista (Straminipila *pro parte*), é constituído pelo filos Labyrinthulomycota (Labyrinthista) e Oomytoca que apresentam esporos com dois flagelados, sendo um simples e outro franjado inseridos lateral ou apicalmente, e Hyphochytriomycota com esporos que possuem um flagelo franjado inserido na região anterior; e por fim o reino Protozoa representado pelo filo Plasmodiophoromycota que também apresenta esporos biflagelados, simples e inseridos apicalmente (KIRK *et al.*, 2008).

Os fungos classificados nos filos Ascomycota, Basidiomycota, Blastocladiomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, Neocallimastigomycota e Zygomycota são considerados fungos “verdadeiros” (*stricto sensu*), para tal classificação seguiram as determinações propostas por HIBBET *et al.* (2007), KIRK *et al.* (2008), COOPER; KIRK (2009) e BLACKWELL *et al.* (2009). E os filos Myxomycota e os organismos zoospóricos foram incluídos no grupo dos fungos *lato sensu* (FORZZA *et al.*, 2010).

Os zoospóricos que constituem o Oomycota possuem talo holocárpico ou eucárpico, micélio cenocítico e não apresentam relação filogenética com os organismos heterocontas ou fungos verdadeiros. Também apresentam peculiaridades em suas mitocôndrias que ao contrário do aspecto achatado dessas organelas nos fungos verdadeiros, nos oomicetos são proeminentes e com cristas tubulares. A constituição proteica da parede celular também os diferencia dos fungos *stricto sensu*, uma vez que os oomicotas apresentam grande quantidade de glucanos e celulose, e em menor quantidade, quitina, que é o principal componente da parede celular dos fungos verdadeiros (ALEXOPOULOS *et al.*; MOORE-LANDECKER, 1996; IBELINGS *et al.*, 2003).

Os oomicetos são heterotróficos que podem ser encontrados em diversos ecossistemas, nutrindo-se de forma sapróbia, e estabelecendo relações mutualistas ou parasitárias com outros seres, sendo que no Brasil já foram registradas 187 espécies, do total de 956 espécies estimadas para o filo Oomycota (MILANEZ *et al.*, 2007; KIRK *et al.*, 2008; MIRANDA, PIRES-ZOTTARELLI, 2012).

## 2.2 A PISCICULTURA

A aquicultura consiste na prática de se cultivar organismos aquáticos e tem o objetivo de promover o povoamento de ambientes e a disponibilidade desses seres para a produção comercial e o consumo humano (PIZZAIA *et al.*, 2008; IBGE, 2014). A criação de peixes em cativeiro começou há 3000 a.C. com os Sumérios, e no Egito há registros da existência dessa atividade desde 1700 a.C., em que os egípcios além de utilizarem os peixes para sua alimentação, também estudavam o seu comportamento quando confinados em tanques de argila cozida com o intuito de determinar os períodos de seca e cheia do rio Nilo (SEBRAE, 2013).

Apesar dessa atividade ter sido introduzida no Brasil por volta do século XVIII, somente começou a obter destaque nos anos 60 e 70 do século XX com a implantação de criatórios de peixes nas pequenas propriedades rurais como forma de complementação da renda familiar (BORGHETTI *et al.*, 2003).

Essa atividade é praticada em vários países, constitui uma importante fonte de renda para a economia, desempenha um papel relevante na segurança alimentar e contribui para a redução da pressão ambiental sobre as espécies obtidas por meio da pesca, prática que ocasiona a redução da biodiversidade da ictiofauna e impacta na quantidade de espécies capturadas resultando na diminuição da produção pesqueira (IBGE 2014).

Atualmente, o crescimento da população brasileira somado ao seu potencial econômico tem exercido certa pressão sobre a demanda por alimentos de boa qualidade. E o pescado destaca-se dentre esses alimentos por ser uma excelente fonte de vitaminas e sais minerais; e por, além disso, também ser considerado de fácil digestão e conter uma grande quantidade de proteínas com baixo valor calórico (MPA, 2011). Sendo, portanto, um dos alimentos em que se manifesta maior interesse para a produção aquícola (FAO, 2010).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda o consumo de pelo menos 12/Kg de pescado por habitante (CODEVASF, 2013a). Entre os anos de 2003 e 2013 o consumo nacional de pescado aumentou mais de 100%, atingindo o consumo médio por habitante/ano de 14,5/kg o que atende a recomendação da FAO (MPA, 2014).

Segundo Scorvo Filho (2007), o Brasil apresenta aspectos favoráveis ao rápido crescimento da piscicultura, tais como, boas condições climáticas, grande quantidade de recursos hídricos e de boa qualidade e facilidade de adaptação de tecnologias estrangeiras.

A produção brasileira de peixes de água doce é voltada principalmente para espécies tais como carpas, tilápias, tambaquis e pacus, e diante da importância socioeconômica e as perspectivas de mercado que a piscicultura apresenta, essa atividade merece destaque (BALDISSEROTTO; RADUNZ NETO, 2004; OLIVEIRA, 2012).

A piscicultura contribui muito para a geração de emprego e renda, propiciando o desenvolvimento de diversas regiões do Brasil e oportunizando ações que projetam avanços e melhorias das condições socioeconômicas da população, uma vez que essa atividade envolve aquicultores, produtores de ração, empresas de transporte e comercialização dos seus produtos (CODEVASF, 2013a; MPA, 2011).

Os piscicultores podem cultivar seus espécimes de maneiras diferentes, desde açudes e viveiros escavados a gaiolas flutuantes ou tanques-rede. Nota-se um maior destaque para o cultivo em viveiros escavados principalmente por parte dos pequenos produtores rurais que trabalham com a agricultura familiar (MPA, 2011). Nesses viveiros a criação de peixes pode ser realizada apresentando diferentes taxas de renovação de água como nos sistemas extensivo

e semi-intensivo ou em sistemas caracterizados por apresentarem renovação contínua de água como nos superintensivo ou *raceways* (KUBTIZA, 2000; ZANOLO; YAMAMURA, 2006).

No sistema extensivo não há renovação contínua da água e a dieta dos peixes depende diretamente do alimento natural presente no corpo d'água (açude, represa), sem uso de ração e suplementos alimentares, a taxa de estocagem de peixes/hectare é baixa, e pode-se cultivar uma ou mais espécies conjuntamente. O sistema semi-intensivo possibilita monitorar o escoamento, o abastecimento e a qualidade da água do criatório, é frequentemente utilizado para o cultivo comercial e o policultivo com duas ou mais espécies de hábitos alimentares diferentes é característico desse sistema cuja alimentação pode ser incrementada pelas técnicas de calagem e fertilização conjuntas à ração balanceada. O sistema intensivo é caracterizado pelo monocultivo de alta densidade (acima de 20 alevinos por hectare), e apresenta uma taxa de renovação de água maior que no sistema semi-intensivo, nesse sistema geralmente são utilizados mecanismos de aeração suplementar, rações de qualidade superior e uma maior frequência de alimentação, o que possibilita atingir uma produtividade acima de 20 mil quilos por hectare/ano. O sistema superintensivo ou *raceway* é caracterizado pela alta densidade de peixes por m<sup>3</sup> e intensiva alimentação, dessa forma é necessária a renovação constante da água, que é realizada por meio de tanques de concreto ou fibra de vidro, para a eliminação de fezes e outros metabólitos produzidos pelos peixes (KUBTIZA, 2005; CODEVASF, 2013b).

Nos tanques de piscicultura deve haver o equilíbrio entre a saúde do peixe, a proliferação de agente patogênicos e as condições do ambiente aquático, pois a má qualidade da água e a redução das taxas de oxigênio dissolvido somados as alterações bruscas de temperatura, a alta densidade de peixes, ao manejo inadequado ou a nutrição desequilibrada são fatores que produzem estresse nos animais, predispondo-os a diferentes doenças bacterianas, fúngicas e parasitárias, dentre as quais se destacam as parasitoses causadas por oomicetos, que são responsáveis por grandes perdas econômicas nas atividades de piscicultura mundialmente (THATCHER; BRITES NETO, 1994; MARTINS, 1998; MASTAN, 2008; 2015).

Os Oomicetos pertencem ao filo Oomycota, constituinte do reino Chromista (Straminopila) composto somente por uma classe, Oomycetes, organizada em 12 ordens e 27 famílias nas quais estimasse a ocorrência de 92 gêneros e 956 espécies (DICK, 2001; WEBSTER; WEBBER, 2007; KIRK et al. 2008).

Os Oomicetos são organismos cosmopolitas e dependentes da água ou de condições úmidas para realizarem a reprodução e dispersão de seus zoósporos, porém eles também podem ser encontrados em ambientes secos. Esses organismos são capazes de parasitar espécies de

invertebrados como rotíferos, nematódeos e artrópodes assim como outros organismos aquáticos (DICK, 1990; WEBSTER; WEBBER, 2007).

Dentre Oomicetos as espécies *Aphanomyces invadans* e *Saprolegnia parasítica*, já foram identificadas como sendo causadoras de doenças em peixes de valor econômico, como a tilápia. A espécie *Saprolegnia parasítica*, por exemplo, acomete as tilápias desde a fase de ovo até a fase adulta, sendo que essas infecções são favorecidas pelo acúmulo de matéria orgânica nos viveiros e pelo manuseio grosseiro desses animais. Além disso, as infecções por *Saprolegnia* geralmente são secundárias e ocorrem após os peixes terem sido debilitados por infecções parasitárias e bacterianas (KUBITZA, 2005; OIE, 2013; NSONGA *et al.*, 2013).

Essas infecções causam enormes problemas econômicos e sanitários para as pisciculturas, e apesar de ainda não serem conhecidos os valores exatos das perdas econômicas causadas por esses agentes patogênicos, sabe-se que esses microrganismos têm um grande potencial para causar significativa mortalidade em peixes de viveiro e do meio ambiente (ZIMMERMANN *et al.*, 2001, NSONGA *et al.*, 2013).

### **2.3 A EVOLUÇÃO DA PISCICULTURA NO BRASIL**

A piscicultura é uma atividade emergente no Brasil que deve ser encarada como uma alternativa de expansão do setor primário de produção uma vez que o país apresenta um enorme potencial produtivo com expectativas de consolidar-se como um dos maiores produtores mundiais de pescado (MELO; STIPP, 2001; MPA, 2014).

A análise produtiva da aquicultura brasileira demonstra que essa é de fato uma atividade promissora para a economia e fornece vários indícios favoráveis às suas políticas de fomento, o que é confirmado pelo aumento de 43,8 % na produção entre os anos de 2007 e 2009, tornando a produção de pescado a que mais cresceu no mercado nacional de carnes nesse período, fato que contribuiu para que o Brasil se tornasse o segundo maior produtor aquícola da América Latina e do Caribe com um notável aumento na produção de peixes em cativeiro de 172 mil toneladas no ano 2000 para 629,3 mil toneladas em 2011. A aquicultura de água doce (com o cultivo de espécies nativas e exóticas) representou 87% (545.300 toneladas) da produção total da aquicultura em 2011 e a maricultura contribuiu para 13% do total da produção em cativeiro, dessa forma a contribuição da aquicultura na produção total de pescado que correspondia a 21% no ano 2000, atingiu em 2011 44% (FAO, 2013; MPA, 2014).

O levantamento preliminar sobre a produção de pescado no Brasil realizado pelo MPA em 2013, constatou a produção de aproximadamente 2 milhões de toneladas, sendo cerca de 40% desse total oriundos do cultivo aquícola, o que gerou um PIB de 5 bilhões de reais e mobilizou 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores proporcionando 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (MPA, 2014).

Segundo dados da Organização Mundial das Nações Unidas para Agricultura e a Alimentação o Brasil é o maior importador de peixe da América Latina e mesmo com a queda nas importações de pescado e de produtos da pesca devido à crise econômica no início da década, houve um significativo aumento nas importações desde 2003 que corresponderam a 1,3 bilhão de dólares em 2011. Também foi possível perceber o aumento das exportações, que no ano de 1998 eram de 123 milhões de toneladas, e atingiram 427 milhões em 2004. Já no ano de 2012 com o aumento na demanda do mercado nacional observou-se uma diminuição nas exportações que corresponderam somente a 212 milhões de toneladas (FAO, 2013).

A piscicultura na pequena propriedade é interessante por que possibilita ao criador o uso de espécies tenham nicho ecológico condizente com os produtos e alimentos disponíveis no ambiente rural, assim como o incremento nutricional na qualidade dos alimentos disponíveis à sua família, além disso também ocasiona a geração de renda adicional através da comercialização dos peixes produzidos em sistemas de baixa intervenção, no qual o produtor não tenha que utilizar muito do seu tempo, de modo a poder realizar outras atividades produtivas. (KUBITZA; ONO, 2010). Segundo o MPA (2014), estima-se que no Brasil cerca de 3,5 milhões de pessoas estão direta ou indiretamente envolvidos nas atividades de pesca e aquicultura, sendo que a maioria dos pescadores artesanais e pequenos produtores aquícolas está concentrada nas regiões norte e nordeste do país.

Algumas atividades produtivas são suplantadas por empresas públicas que promovem ações de desenvolvimento e revitalização de áreas com a utilização sustentável dos recursos naturais e estruturação de atividades produtivas para a inclusão econômica e social. Um exemplo disso são as ações promovidas pela Companhia de desenvolvimento dos vales do São Francisco e Parnaíba que nos últimos anos vem contribuindo para o fortalecimento dos arranjos produtivos locais em comunidades rurais, especialmente em áreas afetadas por longas estiagens, e promovendo a inclusão produtiva de famílias por meio do fomento da atividade piscicultura (CODEVASF, 2014).

## 2.4 DIFICULDADES NO DESENVOLVIMENTO DA PISCICULTURA

Apesar do crescimento produtivo da piscicultura continental, o Brasil ainda apresenta deficiência quanto às informações e dados de produtividade oriundos da pequena escala ou da criação de peixes promovida por pequenos produtores (MPA, 2012). Na piscicultura, assim como em outras atividades econômicas, são percebidos problemas que se relacionam diretamente com a sua viabilidade e que podem atingir parcial ou totalmente a produtividade econômica desempenhada (MELO; STIPP, 2001).

Os aspectos econômicos relacionados com a implantação da piscicultura tem grande relevância para o planejamento e o controle do projeto, pois são importantes para o estabelecimento de padrões orçamentários que auxiliam os criadores a identificarem os quesitos de maior importância para a criação, uma vez que os custos podem ser um problema em sistemas de produtivos que requerem uma alta taxa de renovação de água e maiores quantidades de alimento, como nos raceways que exigem o uso de rações balanceadas e com maior teor proteico (MARTINS, 1979; BOSCOLO, 2003; FURUYA, et al., 2004; AYROZA *et al.*, 2011).

As dificuldades na obtenção de autorização do licenciamento ambiental para implantação de projetos de criação piscícola, a falta de políticas públicas voltadas para a piscicultura, a deficiência na assistência técnico-científica aos criadores de peixes, entre outros problemas, também dificultam as ações de promoção do desenvolvimento sustentável e a inserção socioeconômica aquícola (CODEVASF, 2013a; LUNDSTEDT *et al.*, 2013).

O manejo adequado na produção piscícola possibilita uma maior produtividade e uma considerável redução nos custos proporcionando também ao piscicultor maiores lucros (SCORVO FILHO *et al.*, 1999). No entanto, a falta de domínio nas técnicas de cultivo, como o manejo e a alimentação, a falta de oxigênio no ambiente aquático, a entrada de peixes estranhos nos tanques, a presença de predadores, o aparecimento de plantas aquáticas indesejáveis e o surgimento de doenças e parasitoses podem ocasionar vários problemas e até mesmo a inviabilidade do empreendimento, deste modo os investimentos em pesquisa e no desenvolvimento tecnológico são fundamentais para sustentabilidade da aquicultura brasileira (MELO; STIPP, 2001; CODEVASF, 2013a; LUNDSTEDT *et al.*, 2013).

Muitas espécies de peixes utilizadas na produção em cativeiro são carnívoras e necessitam de uma alimentação que contenha grande quantidade de proteína bruta e mesmo com tais cuidados, em alguns casos, ocorrem episódios de canibalismo logo após o início da alimentação com ração. Essas características contribuem para a elevação do preço do alimento

exógeno, o que pode tornar o empreendimento de criação instável economicamente, principalmente nas fases de crescimento e de engorda (MELO, STIPP, 2001).

A eutrofização dos ambientes aquáticos é também um dos grandes impactos que podem ocorrer na piscicultura, pois o enriquecimento orgânico do viveiro pode afetar as taxas de oxigênio da água tornando o criatório anóxico e intensificando os processos anaeróbicos dos microrganismos, que podem produzir excessivamente compostos nitrogenados como a amônia e o ácido sulfúrico e intoxicar o ambiente aquático propiciando a mortandade dos peixes cultivados, implicando em perdas econômicas (BOYD, 1982; ELER; MILLANI, 2007; CODEVASF 2013b).

Dessa forma, o arraçoamento - prática de fornecer alimentação aos peixes - deve ser aplicado de forma que não haja sobras, pois o ambiente hídrico do viveiro apresenta limitações quanto a depuração desses nutrientes (CODEVASF, 2013a).

Nos estudos sobre o monitoramento de fazendas de piscicultura na Inglaterra Pillay (1992) mostrou os efeitos negativos da criação de peixes e constatou que geralmente os impactos negativos estavam associados ao aumento das taxas de fósforo e nitrogênio na água, que agem como estimulantes para o crescimento do fitoplâncton e o florescimento de algas potencialmente tóxicas assim como o aumento do material em suspensão, fatores que podem ocasionar perdas na produção (ELER; MILLANI, 2007).

Um problema também recorrente na produção piscícola se refere a segurança, como os peixes estão confinados tornam - se presas suscetíveis a roubos, furtos ou atos de vandalismo que acontecem com mais frequência no período noturno, de modo que tanto os viveiros como os locais de armazenamento de insumos devem possuir entradas e acessos favoreçam a segurança do empreendimento, tais como iluminação adequada ou mesmo o uso de segurança (CODEVASF, 2013a).

## **2.5 OOMICETOS E POTENCIAL PATOGÊNICO**

O ambiente aquático é capaz de suportar uma grande diversidade de flora e fauna e em muitos casos é possível a coleta e a inserção em cativeiro de algumas espécies do ambiente natural (ELER; MILLANI, 2007), porém Beveridge *et al.* (1996) argumentam que os organismos aquáticos podem ameaçar os recursos genéticos naturais por escaparem do cativeiro e se reproduzirem com espécies do ambiente, e também podem ocasionar a remoção da vegetação local ou mesmo aumentar a turbidez da água assim como introduzir predadores e

enfermidades ictiopatológicas, o que representa um fator de risco e estresse para os animais (CODEVASF, 2013a).

Algumas espécies de oomicetos, especialmente as do gênero *Pythium*, que fazem parte do filo Oomycota (KIRK *et al.* 2008), são responsáveis por inúmeras parasitoses em seres aquáticos, atuando como micoparasitas em crustáceos e em peixes doentes ou submetidos a ambientes propensos a estresse físico (SCOTT; O'BIER, 1962; PLAATS-NITERINK, 1981; PICKERING; WILLOUGHBY, 1982). *Pythium diclinum*, por exemplo, já era conhecido como parasita de algas verdes (BATKO, 1975), ademais esse oomiceto também foi observado parasitando ovos de Carpa (*Carassius carpa*) (CZECZUGA, MUSZYŃSKA, 1999), além disso também descrito na Alemanha por Schenk (1859) como parasita de algas e identificado na Índia parasitando guelras de algumas espécies de peixes (SATI; KHULBE 1983).

Os primeiros casos de parasitoses causadas por fungos em peixes foram reportadas por volta do século dezoito (ARDERON, 1748), e anos mais tarde muitos outros trabalhos científicos também registraram casos de infecções fúngicas em peixes e ovos de peixes (SATI, 1982; FRASER *et al.* 1992; HATAI, HOSHIAI 1992; ROBERTS *et al.* 1993; CHINNABUT *et al.* 1995; WILLOUGHBY *et al.*, 1995; KHULBE *et al.*, 1995; MASTAN 2008; REKHA, QURESHI, 2012).

Mastan (2015) também corrobora que os animais aquáticos, principalmente os criados sobre regime de confinamento como na aquicultura/piscicultura, estão sujeitos a diversas infecções parasitárias, a exemplo da Saprolegniose, doença causada pelos gêneros *Achlya*, *Dictyuchus* e *Saprolegnia*, do filo Oomycota (KUBITZA; 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), essa doença provocada pelo *Aphanomyces invadans* atinge tanto peixes do ambiente natural quanto peixes mantidos em cativeiro. Nos Estados Unidos a Síndrome ulcerativa 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 pelo *A. invadans*, quando este microrganismo foi isolado em 21 espécies de peixes estuários (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 o *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 viviam do pescado e de sua comercialização (FAO, 2009). Nos anos

seguintes os monitoramentos realizados pela equipe de vigilância sanitária da Universidade de Zâmbia continuaram a ser realizados, e apesar de se notar que a taxa de infecção nos peixes havia diminuído de 50 para 5 por cento, havia necessitava de estudos mais específicos para se determinar a área afetada, a intensidade da doença nos peixes e os riscos ambientais e biológicos que essa doença poderia acarretar (NSONGA *et al.*, 2013).

Ao investigar ictiopatologias causadas por oomicetos em peixes de água doce, Mastan (2015) obteve um total de 17 isolados fúngicos pertencentes aos gêneros *Saprolegnia* e *Achlya*, os quais corresponderam a cinco espécies (*Saprolegnia diclina*, *S. ferax*, *S. hypogyana*, *S. parasitica*, e *Achlya americana*). Neste estudo verificou-se um intenso crescimento micelial, e todas essas espécies de oomicetos demonstraram ser potencialmente patogênicas, ocasionando a morte de todos os peixes num intervalo entre 24 e 96 horas.

Também já houve casos de parasitoses por oomicetos no continente europeu, por exemplo, em ambientes lacustres da Polônia, CZECHUGA, et al., (2010) constataram a ocorrência de 16 espécies de oomicetos parasitando a pele de piranhas e peixes herbívoros. A pesquisa registrou a ocorrência de espécies de oomicetos mais difíceis de serem encontrados e considerados raros dentre as quais se destacaram a *Olpidiopsis saprolegniae*, *Saprolegnia litoralis*, *S. salmonis*, *Pythium diclinum* e o *P. torulosum*.

### 3. REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. New York: John Willey & Sons, Inc. 865p. 1996.

ARDERON W. (1748) The Substance of letter from Mr. William Arderon, F.R.S., *Phil. Trans. Res. Soc.* 45 (487):321-323.

AYROZA, L. M. S.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, D. M. M. R.; SCORVO FILHO, J. D.; SALLES, F. A. . Custos e rentabilidade da produção de juvenis de tilápia-do-nilo em tanques-rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. *Revista brasileira de zootecnia*, v. 40, p. 231-239, 2011.

BALDISSEROTTO, B.; RADÜNZ NETO, J. **Criação de Jundiá**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2004. 232p.

BATKO, A., 1975. *Hydromycology: an overview*. Warszawa: PWN. [In Polish].

BEVERIDGE, M.C.M.; ROSS, L.G.; KELLY, L.A. Aquaculture and biodiversity. **Ambio**. v.23, n.8, p.497-502, 1996.

BLACKWELL, M.; VILGALYS, R.; JAMES, T.Y.; Taylor J.W. Fungi. Eumycota: mushrooms, sac fungi, yeast, molds, rusts, smuts, etc. **Tree of Life Web Project**. Retrieved, p. 04-25, 2009.

BORGHETTI, N. R. B.; OSTRENSKY, A. BORGHETTI, J. R. **Aqüicultura uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo**. Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais, 128p. 2003.

BOSCOLO, W.R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 83p. Tese (Dourorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2003.

BOYD, C.E. **Water quality in Warmwater fish Culture**. Auburn University, 1982. 359p.

CHINNABUT, S., Roberts R. J., WILLOUGHBY L. G., PEARSON M. D. (1995). Histopathology of snake head, *Channa striatus* (Bloch) experimentally infected with the specific *Aphanomyces* fungus associated with Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS) at different temperatures. J. Fish. Dis. 18:41-47.

CHRISTENSEN, M. A. 1989. View of fungal ecology. Mycologia 81: 1-19.

CODEVASF, Manual de criação de peixes em tanques-rede. 2ª edição, 68p. :Il. ISBN: 978-85-89503-14-3. Brasília, DF, 2013a.

CODEVASF, Manual de criação de peixes em viveiro. Editora. Anaí Nabuco/Lettera Comunicação. pp. 29-68. ISBN: 978-85-89503-13-6. Brasília: Codevasf, 2013b.

CODEVASF, A Companhia de Desenvolvimento dos Vales dos rios São Francisco e Parnaíba, 2014. <http://www2.codevasf.gov.br/empresa>. Acessado em 02/06/2015.

COOPER, J. KIRK, P. Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org)). 2009.

CORRÊA, R. O.; MOTA, D. M. M; MEYER, G. 2010. Tipologia da Piscicultura Familiar no Nordeste Paraense. **Agrotropica**, 22(2): 75-88.

CZECZUGA, B. and MUSZYŃSKA, E., 1999. Aquatic fungi growing on the eggs fishes representing 33 cyprinid taxa (Cyprinide). Acta Ichthyologica et Piscatoria, vol. 29, p.53-72.

CZECZUGA, B., GODLEWSKA, A., MAZALSKA, B. AND MUSZYŃSKA, E. (2010). Straminipilous organisms growing on herbivorous pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) and carnivorous piranha (*Pygocentrus nattereri*) from Poland. Braz. J. Biol. vol.70 no.2 São Carlos, SP.

DICK, M. W. Oomycota. In: MARGULIS, L. et al (Org.). **Handbook of Protoctista**. Boston: Jones and Bartlett, 1990. p. 661-685.

DICK, M. W. **Straminipilous Fungi**: systematics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine straminipilous protists, the plasmodiophorids and similar organisms. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2001. 670p.

DRECHSLER, C. Some new species of *Pythium*. *Journal of the Washington Academy of Science* 20: 398-418.

DYKSTRA MJ, NOGA EJ, LEVINE JF, MOYE DW, HAWKINS JH (1986) Characterization of the *Aphanomyces* species involved with ulcerative mycosis in menhaden *Brevoortia tyrannus*. *Mycologia* 78:664–672.

ELER, M. N.; MILLANI, T. J. Métodos de Estudos de Sustentabilidade Aplicados a Aquicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science*, v. 36, p. 33-44, 2007.

FAO, 2009. Report of the international emergency disease investigation task force on a serious fish disease in Southern Africa, 18-26 May 2007, FAO, Rome, Italy, pp 70.

FAO 2010. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma. Available in <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e.pdf>. Accessed on May 2015.

FAO. **Food outlook**: biannual report on global food markets. Rome: FAO, 2013. 134p.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F.B.T. Qualidade de água na microbacia do Coqueiro, noroeste do Estado de São Paulo. *Water Resources and Irrigation Management*, v. 1, n.1, p. 61-69, 2012.

FORZZA, R. C., org., et al. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 871, vol. 1, 2010.

FRASER, G. C. CALLINAN R. B. CALDER, L. M. (1992). *Aphanomyces* species associated with red spot disease: an ulcerative disease of estuarine fish from eastern Australia. *J. Fish Dis.* 15: 173-181.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in diets with and without dicalcium phosphate for juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture Research**, 2004.

HATAI, K., HOSHIAI, G. (1992). Saprolegniasis in cultured Coho Salmon *Fish Pathol.* 11:233-234.

HATAI, K., NAKAMURA, K., RHA S.A. YUASA, K, WADA, S. (1994). *Aphanomyces* infection in the dwarf Gourami (*Colisa lalia*). *Fish Pathol.* 29:95-99.

HIBBET, D. S., BINDER, M., BISCHOFF, J. F. A higher-level phylogenetic classification of the fungi. *Mycological Research*, vol. 111, p.509-547, 2007.

IBELLINGS, B. W., DE BRUIN, A., VANDONK, E. 2003. Parasite of freshwater phytoplankton. In: C.K.M. Tsui & K.D. Hyde (eds) *Freshwater <ycology: Fungal Diversity Research Series*, pp. 11-50.

IBGE, Produção da Pecuária municipal. Rio de Janeiro, RJ. Vol. 41, p.1-108, ISSN 0101-4234. 2014.

KIRK, P.M., CANNON P.F., MINTER D.W. & STALPERS J.A. **Dictionary of the Fungi**. 10 ed., CABI Bioscience, Wallingford, 2008.

KHULBE R.D., JOSH, C., BISHT G.S. (1995). Fungal Diseases of fish in Nanak Sagar, Nainital, India. *Mycopathology* 130:71-74.

KIZIEWICZ, B. Aquatic fungi and fungus-like organisms in the bathing sites of the river Suprásł in podlalsie province of Poland. *Revista Micología Balcanica*, 2004.

KJØLLER, A. & STRUWE, S. 1992. Functional groups of microfungi in decomposition. In: Carroll & Wicklow (eds.). *The fungal community: its organization and role in the ecosystem*. 2 ed. New York: Marcel Dekker, Inc. 1992, pp. 619-630.

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 1ª Ed. Jundiaí, SP. 2000.

KUBITZA, F. KUBTIZA, L.M.M., Panorama da Aquicultura. Vol 10, nº 60. Jundiaí, SP, Julho/agosto, 2000.

KUBITZA, F. Antecipando-se às Doenças na Tilápiocultura. *Revista: Panorama da Aquicultura*, Vol. 15, nº 89, 2005.

KUBITZA, Fernando; ONO, Eduardo. Piscicultura familiar como ferramenta para o desenvolvimento e segurança alimentar no meio rural. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v. 117, n. 20, p.14-23, 01 mar. 2010. Bimestral.

LUNDSTEDT, L.M., RESENDE, E. K., ROCHA C. M. C., ROUTLEDGE, E. A. B, Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura Brasileira. *Pesquisa agropecuária Brasileira*. Brasília, v.48, n.8, p.iv-vi, ago. 2013.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 1979. 22p.

MARTINS, M. L. **Doenças Infecciosas e Parasitárias de Peixes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 1998. (Boletim Técnico, n.3).

MASTAN, S.A., (2008) Incidences of Dermatomycosis in fishes of Larpur reserviour, Bhopal, (M.P). *J Herbal Me. Toxicol.* 2(1): 37-40.

MASTAN, S.A., (2015). Fungal infection in freshwater fishes of Andhra Pradesh, India. *African Journal of Biotechnology* 14(6). pp.530-534.

MELO, A. R.; STIPP, N. A. F. A importância e a prática da piscicultura em cativeiro no norte do Paraná. *Geografia*, Londrina, v. 10, n.2, p. 175-193, jul/dez 2001.

MEYER, G.; MOTA, D. M. M.; CORRÊA, R. O. Construção de saberes com agricultores familiares no Nordeste Paraense. *INTERAÇÕES*, Campo Grande, v. 12, n. 1 p. 19-29, jan./jun. 2011.

MIRANDA, M. L.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Oomycetes from the "Parque Estadual da Serra da Cantareira", São Paulo, São Paulo State, Brazil. **Hoehnea**, v. 39, n. 1, p. 95-112, 2012.

MILANEZ, A.I. Diversidade no reino Stramenopila. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 1, p. 65-68. Disponível em:< <http://www.biota.org.br/pdf/v1cap07.pdf>> acesso em: 04.05.2015.

MILANEZ, A. I., PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A., GOMES, A. L. **Brazilian zoosporic Fungi**. São Paulo. 113p, 2007.

MOORE-LANDECKER, E. Fundamentals of the Fungi. 4th. Ed., New Jersey: Prentice-Hall. Inc. 574P. 1996.

MPA. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Brasil 2010. Brasília, DF, 129 p, 2012.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. <http://www.mpa.gov.br/index.php/pesca>. Acesso em 02/08/2014.

MPA, Boletim estatístico da pesca e Aquicultura 2011. Ministério da Pesca e Aquicultura. [http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim\\_MPA\\_2011\\_pub.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf). Acessado em 01.06.2015.

NASCIMENTO, C. A., Avaliação da diversidade de organismos zoospóricos da reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, 2010. 2-20p. (Tese) Doutorado Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente – Instituto de Botânica de São Paulo.

NASCIMENTO, C. A.; GOMES, E. P. C.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. 2011. Occurrence and distribution of zoosporic organisms in water bodies from Brazilian Cerrado. *Mycologia*, vol. 103(2), p.261-272.

NSONGA, A., MFITILODZE, W., SAMUI, K. L., SIKAWA, D. Epidemiology of Epizootic Ulcerative Syndrome in the Zambeze River System. A case study for Zambia. In: Ed. 5<sup>a</sup>, Vol. 1. 2013.

OLIVEIRA, A. S. **Caracterização Socioambiental da Piscicultura em tanques-rede no município de Guapé, MG, BRASIL**. Alfenas. p. 74. (Dissertação de mestrado. Universidade José do Rosário Vellano, Unifenas), 2012.

OIE, Manual Acuático de la OIE 2013. Infección por *Aphanomyces* invadans síndrome ulcerante epizootico. Capítulo 2.3.2 Versión adoptada en la Asamblea Mundial de Delegados de la OIE en mayo de 2013.

PICKERING A. D. WILLOUGHBY L. G. (1982). Saprolegnia infection of salmonid fish. In:50<sup>th</sup> Annual Report, Institutes of freshwater Ecology. Windermere Laboratory, England, pp.38-48.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. Oxford: Fishing News Books/Blakwell Scientific Publications Ltd. 1992. 189p.

PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A. Fungos zoospóricos dos vales dos rios Moji e Pilões, região de Cubatão, São Paulo, SP, Brasil. **Tese** de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP. 1999.

PIZAIA, M. G.; CAMARA, M. R. G.; ALVES, R. A piscicultura no Brasil: Um estudo sobre a produção e comercialização de “*Oreochromis niloticus*”. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. Rio Branco – Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

PLAATS-NITERINK, A.J. 1981. Monograph of the Genus *Pythium*. Studies in Mycology, Baarn, v.21, 242p.

REKHA, C., QURESHI, T. (2012). Fungal infection of fishes: Parasitic fungi and its role in fish diseases. Lap. Lambert Academic Publishing, p.184.

ROBERTS R. J., WILLOUGHBY L. G., CHINNABUT, S. (1993). Mycotic aspects of Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS) of Asian fishes. J. Fish Dis. 16:169-183.

SALES, P. C. L. Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão. 2009. 15 f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2009.

SATI, S. C., KHULBE R. D., 1983. *Pythium gracile*, as parasite on fish gills. *Indian Phytopathology*, vol. 36, p. 587-588.

SATI, S. C. (1982). Aquatic fungi of Kumaum in relation to fish infection, PPh.d. Thesis, Kumaun University, Nainital, India, pp.1-189.

SCARE, R.F. Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil. Dissertação (Mestre em Administração) – Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, São Paulo. 135p. 2003.

SCORVO-FILHO, MARTIN, N.B. AYROZA, L.M. da S. 1999. Preços na Piscicultura no Estado de São Paulo, 1995-1997. **Informações Econômicas**, v.29, n.3, p-1-10, 1999.

SCORVO FILHO, J.D. - **Panorama da Aqüicultura Nacional** – Instituto de Pesca de São Paulo, 2007. //http://www.pesca.sp.gov.br/. Acessado em 01/05/2014.

SCHENK, A., 1859. Algologische Mittheilungen. *Pythium* Pringsh. *Verhandlungen der Physikalisch-medicinische Gesell-Schaft in Würzburg*. vol. 9, p. 12-31.

SHANOR, L., SASLOW. H. B. Aphanomyces as a fish Parasite. *Mycologia*, Vol. 36, nº. 4 (Jul. – Aug., 1944), pp. 413-415. Published by: Mycological Society of America Article Stable URL:<http://www.jstor.org/stable/3754756>. Acessado em 19.05.2015 10:30.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H., MILANEZ, A. I., 1989. Sucessão Fúngica em folhas de *Ficus macrocarpa* L. F. submersas no lago frontal no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo/SP. *Revista de Microbiologia* 20 (1): 95-101.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H. 1993. Sucessão fúngica em folhas de *Alchornea triplinervea* (Spreng.) M. Arg. Em ambientes aquático e terrestre, na Mata Atlântica, Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H., MILANEZ, A. I., TRUFEM, S. B., PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A., GRANDI, R. P., SANTOS M. L., GIUSTRA, K. C. Microscopic fungi the Atlantic Rainforest in Cubatão, São Paulo, Brasil. *Brazilian Journal of Microbiology* 37: 244-252, 2006.

SCOTT, W. W.; O'BIER, A. H., 1962. Aquatic fungi associated with diseased tropical fish and fish eggs. *The Progressive Fish -Culturist*, vol. 24, p. 3-15.

SEBRAE, Manual como montar um negócio de criação de peixes. Ed. Staff Art Marketing e Comunicação Ltda. Pp. 01-10. 2013. URL: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-um-neg%C3%B3cio-para-cria%C3%A7%C3%A3o-de-peixes>. Acessado em 02/06/2015.

SOSA, E.R., LANDSBERG, J.H., STEPHENSON, C.M., FORSTCHEN, A.B., VANDERSEA M.W., LITAKER R.W. (2007) *Aphanomyces invadans* and ulcerative mycosis in estuarine and freshwater fish in Florida. *J Aquat Anim Health* 19:14–26.

THATCHER, V. E.; BRITES-NETO, J. **Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce**. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p.111-128, 1994.

WEBSTER, J.; WEBBER, R. W. S. **Introduction to Fungi**. New York: Cambridge University Press, 2007. 841p.

WILLOUGHBY, L.G., ROBERTS R.J., CHINNABUT, S. (1995). *Aphanomyces invadans* sp. Nov., the fungal pathogen of freshwater tropical fish affected by Epizootic ulcerative syndrome. *J. Fish Dis.* 18:273-275.

ZANOLO, R., YAMAMURA, M. H. Parasitas em tilápias-do-nilo criadas em sistema de tanques-rede. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 2, p. 281-288, abr./jun. 2006.

ZIMMERMANN S., MOREIRA H.L.M., VARGAS L., Ribeiro R.P. **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Editora Ulbra. Canoas. 123 p. 2001.

#### **4. ARTIGOS**

**4.1** DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA) EM TANQUES DE PISCICULTURA EM TERESINA, PIAUÍ.

**4.2** DINÂMICA DA COMUNIDADE DE OOMICETOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA – PI.

**4.3** OOMICETOS PATOGÊNCIOS EM TANQUES DE PISCICULTURA EM TERESINA, PIAUÍ.

**ARTIGO I**

---

**DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA) EM TANQUES DE PISCICULTURA EM TERESINA, PIAUÍ. \***

Artigo escrito conforme as normas de publicação da Revista Rodriguésia – Revista do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

ISSN - 0370-6583 (versão impressa) / ISSN - 2175-7860 (versão eletrônica)

**Diversidade de Oomicetos (Oomycota) em tanques de piscicultura em Teresina, Piauí<sup>1</sup>****Oomycetes Diversity (Oomycota) in fishponds in Teresina, Piauí<sup>1</sup>**

Laércio de Sousa Saraiva<sup>2,4</sup> & José de Ribamar de Sousa Rocha<sup>2,3</sup>

1 Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, Programa de pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, Teresina, PI, Brasil.

2 Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, Teresina, PI, Brasil.

3 Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia. Cep: 64049-550, Av. Universitária, 1310, Campus Ininga, TROPEN, Teresina (PI), Brasil. E-mail: [ribamar10@hotmail.com](mailto:ribamar10@hotmail.com)

4 Autor para correspondência: [laercio.bira@hotmail.com](mailto:laercio.bira@hotmail.com)

Título Abreviado: Diversidade de Oomicetos em Teresina

## **Resumo**

Diversidade de Oomicetos (Oomycota) em tanques de piscicultura em Teresina, Piauí.

O conhecimento sobre a ocorrência e a diversidade de Oomicetos no Brasil ainda é reduzido. Visando contribuir para o conhecimento sobre esses microrganismos, realizou-se o levantamento de sua diversidade em quatro fazendas de piscicultura em Teresina, Piauí. Seis coletas bimestrais de água e solo foram realizadas nos viveiros, de julho/2014 a maio/2015. O isolamento e a preservação dos oomicetos foi realizado por meio da técnica de iscagem múltipla com substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos, foram obtidos 301 espécimes representados por 19 táxons do filo Oomycota. No nordeste, estes táxons são registrados pela primeira vez em viveiros de produção, *Aplanopsis terrestris* Höhnk e *Brevilegnia longicaulis* Jonhson são registrados pela primeira e segunda vez para o Brasil, respectivamente. São fornecidas descrições, fotos e dados das distribuições geográficas das espécies no Brasil.

Palavras-chave: Chromista, criação de peixes, organismos zoospóricos, Straminipila.

## **Abstract**

Oomycetes diversity (Oomycota) in fishponds in Teresina, Piauí.

Knowledge about the occurrence and diversity of Oomycetes in Brazil is still low. To contribute to the knowledge of these microorganisms, there was a survey of diversity in four fish farms in Teresina, Piauí. Six bimonthly samples of water and soil were carried out in nurseries, July / 2014 to May / 2015. The isolation and preservation of oomycetes was performed by multiple baiting technique with cellulosic, keratinous substrates and chitinous, specimens were obtained 301 represented by 19 taxa of the phylum Oomycota. In the northeast, these taxa are recorded for the first time in production nurseries, *Aplanopsis terrestris* Höhnk and *Brevilegnia longicaulis* Jonhson are recorded for the first and second time for Brazil, respectively. descriptions are provided, pictures and data of geographical distributions of species in Brazil.

Keys words: Chromista, fish farming, zoosporic organisms, Straminipila.

## Introdução

Os organismos zoospóricos são seres heterotróficos que ocorrem em diversos habitats de forma sapróbia, mutualista ou mesmo estabelecendo relações parasíticas com outros seres vivos, e promovem sua nutrição pela absorção de compostos orgânicos de origem animal ou vegetal (Alexopoulos *et al.* 1996; Forzza *et al.* 2010; Rocha *et al.* 2010; Steciow *et al.* 2012).

Esses seres são dependentes da água em algum estágio de seu desenvolvimento, sendo que muitas espécies sobrevivem inteiramente em ambientes aquáticos, outras em ambientes úmidos, e ainda outras podem ser encontradas em ambientes terrestres, como em áreas de cerrado ou em desertos (Baptista *et al.* 2004; Gomes *et al.* 2003; Moore-Landecker 1996; Rocha *et al.* 2014).

Os organismos zoospóricos são também caracterizados pela presença de flagelos em suas estruturas de reprodução assexuada (zoósporos) e/ou sexuadas (planogametas), e por apresentarem glucanos, celulose e quitina em suas estruturas celulares (Alexopoulos *et al.* 1996). Esses organismos, outrora classificados como fungos zoospóricos, descendem de táxons ou linhagens evolutivas diferentes dos chamados fungos verdadeiros (*stricto sensu*), portanto não constituem taxonomicamente um grupo monofilético (Kirk *et al.* 2008).

Esses microrganismos apresentam características comuns aos fungos verdadeiros e, portanto continuam sendo investigados pelos micologistas (Forzza *et al.* 2010), ademais por existirem muitas espécies parasitas de plantas e animais (Vickei *et al.* 1999; Idris *et al.* 2007; Mastan 2008; Diaz & Bravo, 2015).

O estudo sobre a biodiversidade dos organismos zoospóricos é muito importante, uma vez que conhecer a ocorrência desses seres nos diversos ambientes em que podem ser encontrados é de grande relevância para detectar os efeitos ou alterações que podem promover nos ecossistemas (Shearer *et al.* 2007).

Os organismos zoospóricos tem uma abundância estimada em torno de 1.998 espécies (Kirk *et al.* 2008), e dentre esses o filo Oomycota agrupa espécies parasíticas importantes, que embora a maioria das 956 espécies estimadas para este grupo sejam saprófitas, oportunamente podem ocasionar parasitoses em peixes doentes, infectados ou que estão sujeitos a ambiente sob estresse (Pickering & Willoughby 1982; Kirk *et al.* 2008). A saprolegniose, por exemplo, é uma doença responsável por significativas infecções em ovos e em peixes adultos, principalmente nos animais criados em cativeiro, ocasionando grandes perdas na produção de pescado (Zimmermann *et al.* 2001; Kubitzka 2005; Mastan 2015).

Um dos primeiros registros de parasitoses em peixes ocorreu em 1942 em viveiros no biotério da Universidade de Illinois, EUA. Tanto os peixes adultos quanto os juvenis foram infectados severamente, e em duas semanas todos os peixes atingidos morreram. A princípio acreditava-se que o surto episódico era causado por algum ‘bolor da água’ - *Saprolegnia*, no entanto, a análise microscópica da cultura microbiológica revelou que se tratava do oomiceto *Aphanomyces*, um gênero fúngico já reconhecido como parasitas de plantas e de alguns crustáceos como o Lagostim europeu (Shanor & Saslow 1944).

No continente africano já foram registradas casos de Síndrome Epizootica Ulcerativa em peixes na Botswana, Namíbia e em peixes do rio Zambeze, sendo neste último caso identificado a espécie *Aphanomyces invadans* como a responsável pela mortandade dos peixes (Samui *et al.* 2007). Também não são raros os registros de parasitoses em peixes no ambiente natural (Sosa *et al.* 2007; Nsonga *et al.* 2013; Mastan 2015), portanto as investigações dos oomicetos são muito importantes uma vez que estes organismos podem afetar drasticamente os ecossistemas e alterar o seu equilíbrio ecológico, e podem ocasionar perdas econômicas na piscicultura.

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de se conhecer a diversidade de Oomicetos em viveiros de piscicultura localizados em diferentes regiões da cidade de Teresina - Piauí.

## Material e métodos

Esta pesquisa foi realizada em quatro fazendas produtoras de tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818) localizadas em Teresina Piauí, sendo duas localizadas na região leste da cidade, no assentamento Boi não berra, proximidades da Rodovia Estadual PI 113, e as outras duas fazendas localizadas na região sudeste sendo, uma no perímetro urbano (bairro São Sebastião) e, a outra, na zona rural (povoado Baixão dos Afonsinhos) (Figura 1).

**Figura 1:** Localização dos pontos de coleta de solo e água nos viveiros de peixes em Teresina – PI.

**Figure 1:** Location of collection points soil and water in fish farms in Teresina - PI.

PONTOS DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		Latitude	Longitude
F-1	Vivenda Caju-açú	05°03.746'	042°47.880'
F-2	Assentamento Boi-não-berra	05° 06.723'	042° 43.849'
F-3	Povoado Baixão dos Afonsinhos	05° 09.080'	042° 37.263'
F-4	Bairro São Sebastião	05° 09.110'	042° 37.253'

Fonte: Saraiva; Rocha, 2016

Nos viveiros escavados foram previamente identificados dois pontos de coleta de água e de solo às margens de cada viveiro selecionado, após esse procedimento os materiais coletados foram levados para o laboratório de fungos zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (LFZ/UFPI) para isolamento e posterior identificação dos Oomicetos.

A cada bimestre foram realizadas seis coletas de água e de solo dos viveiros em dias previamente agendados, no período de Julho/2014 a Maio/2015.

As amostras foram tratadas de acordo com as técnicas de iscagem múltipla (Milanez 1989). Estas amostras foram processadas em laboratório, utilizando substratos celulósicos (palha de milho, sementes de *Sorghum* sp., epiderme de cebola, papel celofane e papel filtro), quitinosos (asas de cupim) e queratinosos (ecdise de cobra, fios loiros de cabelo humano e escama de peixe).

Foi captada a água abaixo da lâmina superficial (10cm), e a seguir essas amostras foram acondicionadas em recipientes de vidro esterilizados de boca larga (frascos de Wheaton de 250ml), com tampa plástica contendo furos para permitir a oxigenação da água, e em cada frasco foram adicionadas duas unidades de substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos, antes da coleta, os quais serviram como substratos de colonização para os Oomicetos. Para as amostras de solo em cada ponto demarcado, foi utilizada uma espátula metálica com a qual foram removidas as camadas superficiais do solo e coletadas cerca de 250 g a uma profundidade de aproximadamente 20 cm.

Após análise microscópica das iscas, aquelas com a presença de estruturas de Oomicetos, as iscas foram transportadas para novas placas-de-Petri, com a adição de novos substratos similares aos que foram colonizados (celulósicos, quitinosos e queratinosos), sendo, a seguir, adicionada água destilada esterilizada em cada placa. Após o decorrer de sete dias, foi realizada nova observação nessas placas para a identificação das estruturas dos Oomicetos.

Para as novas placas de Petri que apresentaram colônias em crescimento, foram realizadas semanalmente, com auxílio de microscópio óptico modelo BX41, observações das estruturas vegetativas e de reprodução, e realizados registros fotográficos e anotações acerca das características estruturais dos Oomicetos.

A manutenção das linhagens foi realizada com a troca da água das placas e com a adição de novos substratos. Os oomicetos selecionados foram posteriormente incorporados à Coleção de Cultura no Laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (LFZ/UFPI).

## Resultados e discussão

Dezenove táxons foram identificados a partir da observação de 432 iscas colonizadas. O filo Oomycota (Stramenopila *pro parte*) foi representado por cinco famílias: Leptolegniellaceae (*Leptolegniella Keratinophila*), Pythiaceae (*Globisporangium echinulatum*, *Pythium* grupo T, *Pythium ultimum* var *sporangiiferum*, *Phytopythium palingenes*, *Phytophthora* sp), Pythiogetonaceae (*Pythiogeton dichotomum*, *Pythiogeton ramosum*, *Pythiogeton uniforme*, *Pythiogeton utriforme*), Leptolegniaceae (*Plectospira myriandra*), e Saprolegniaceae (*Achlya orion*, *Achlya prolifera*, *Achlya proliferoides*, *Aplanopsis terrestres*, *Aphanomyces helicoides*, *Aphanomyces keratinophilus*, *Brevilegnia longicaulis*, *Dictyuchus* sp). Os táxons foram descritos, comentados e fotografados.

***Leptolegniella Keratinophila*** Huneycutt, J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 68: 109. 1952.

Figura 2 a

Micélio extensivo em ecdise de cobra; hifas irregulares, ramificadas, 10-15µm de diâmetro. Zoosporângios indiferenciados do micélio vegetativo. Esporos de resistência localizados internamente nas hifas do micélio vegetativo, esféricos, 15-22,5µm de diâmetro, ocasionalmente ovais, 17,5-22,5 x 15-20µm de diâmetro, gotícula lipídica excêntrica.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3). 9.IX.2014, 9.I.2015, 9.III.2015 e 11.V.2015, em amostras de água e solo nos pontos S2/2 2014, S4/2 2014, S4/4 2015, A3/4, 2015, S1/5 2015, S3/6 2015 L.S. Saraiva.

**Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas:** Manaus (Silva 2002). **Maranhão:** Timon (Sales, 2009). **Pernambuco:** Recife (Cavalcante 2001). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Teresina (Trindade Junior 2013); (Sousa 2015). **São Paulo:** Cândido Mota, Pedrinhas Paulista (Milanez 1970), Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), São Paulo (Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

A espécie tem como principais características a presença de zoósporos internos às hifas vegetativas e de gota lipídica presente dentro do oósporo. As características do espécime examinado concordam com a descrição original Huneycutt (1952), de Miranda & Pires-Zottarelli (2012), e Trindade Júnior (2013), no Piauí.

*Globisporangium echinulatum* (V.D. Matthews 1931) Uzuhashi, Tojo & Kakish., Mycoscience 51(5): 361 (2010) Figura 2 b

Zoosporângios terminais esféricos. Oogônios laterais ou intercalares esféricos, diâm. 18-24µm, raramente ovais; pedúnculo simples; parede com ornamentações do oogônio geralmente com ornamentações espinhosas ou cônicas, de 3-6µm compr. Anterídios presentes, ramos anteridiais monóclinos ou díclinos; pedúnculos simples; célula anteridial simples; com atracação lateral, 1 a 2 anterídeos por oogônio. Um oósporo por oogônio, de parede lisa, aplerótico, esférico, 15-22,5µm diâm.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatório de peixes (C4), 9.I.2015, em amostras de solo no ponto S5/4 2015. *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Pernambuco:** Recife (Cavalcanti 2001). **Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negreiros 2008). **São Paulo:** Luís Antônio (Baptista *et al.* 2004).

As características se assemelham às descritas por Miranda & Pires-Zottarelli (2008), além de concordar com a descrição original. Essa espécie também foi isolada por Rocha no Piauí (2002) e Negreiros (2008), e em regiões de cerrado no sudeste por Nascimento & Pires-

Zottarelli (2012). De acordo com estudos filogenéticos essa espécie foi excluída do gênero *Pythium*, e incluída no gênero *Globisporangium* (Uzuhashi *et al.* 2010).

***Pythium ultimum* var. *sporangiferum*** Drechsler. Sydowia 14:107, 1960. Figura 2 c, d

Zoosporângio globoso, subgloboso; intercalar ou terminal; .17-23 $\mu$ m. diâm. Oogônio globoso, parede lisa, terminal ou intercalar, 22-25 $\mu$ m. diâm. Anterídios 1 por oogônio, monoclinos com origem abaixo do oogônio, raramente distante do oogônio. Oósporo único, aplerótico, globoso, esférico, 17-21 $\mu$ m. diâm.

**Material Examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C4). 9.VII.2014, 9.IX.2014, 10.XI. 2014 e 9.III.2015, em amostras de água e solo nos pontos S6/1 2014; A1/1 2014; S1/3 2014; S6/3 2014; A4/2 2014, A5/2 2014, A6/3 2014, A4/5 2015, L.S. Saraiva.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negreiros 2008); Teresina (Pereira, 2008). **Maranhão:** Timon (Sales, 2009). **São Paulo:** Pires-Zottarelli, 1999.

Os espécimes apresentaram características diferentes da descrição de Plaats-Niterink (1981) que a espécies com zoosporângios de (23-) 27-32 $\mu$ m de diâm. e oósporos com parede de 2 $\mu$ m de espessura ou mais. Pereira (2008) caracterizou a espécie com zoosporângios entre 17,5-22,5 $\mu$ m de diâmetro e Pires-Zottarelli descreve a parede do oósporo com 1,1 $\mu$ m de espessura.

***Pythium* sp.** “Grupo T”

Figura 2 c

Micélio delicado, apresentando dilatações hifálicas. Zoosporângios presentes, filamentosos sem diferenciação de hifas, globosos ou subglobosos, intercalares e torulóides, de tamanhos variados. Oogônio não observado.

**Material Examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2), 9.VII.2014, 9.IX.2014 e 9.I.2015, em amostras de água e solo nos pontos A1/1 2014, S6/1 2014, S2/2 2014, S6/2 2014, A1/2 2014, A4/4 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Teresina - Espécie indeterminada.

Foi observado a presença de zoosporângios inflados e ausência de reprodução sexuada, sendo este táxon identificado apenas à nível de gênero, assim os espécimes foram incluídos no grupo T conforme classificação de Plaats–Niterink (1981).

*Phytopythium palingenes* (Drechsler 1930). Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lohdi & Lévesque, *Persoonia, Mol. Phyl. Evol. Fungi* 34: 37 (2014) Figura 2 e, f

Micélio com padrão de crescimento indefinido com hifas de até 7µm diâm. Presença de apressórios. Zoosporângio terminal, subgloboso ou ovóide 15-18 x 25-30µm diâm.. Proliferação interna presente. Tubo de liberação 2-20µm compr. 4-8µm diâm., geralmente no ápice do zoosporângio. Oogônio terminal, sésil ou intercalar, subgloboso, 30-37 (32)µm diâm., Anterídios 3 ou 4 por oogônio.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C3, C4). 9.VII.2014, 10.IX.2014 e 9.I.2015, em amostras de água e solo nos pontos S1/1 2014, A5/1 2014, S1/3 2014, A3/3 2014, S2/4 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Amarante (Matias 2013). **Maranhão:** Timon (Sales, 2009).

A primeira citação dessa espécie para o Brasil ocorreu no nordeste, no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí (Rocha 2002). As características dos espécimes diferem dos dados de Sales (2009), que zoosporângios com 20-27 de diâm. Tubo de liberação com 5-12,5 de comprimento e oogônio globoso e subgloboso com 27,5-30 de diâm. Essa espécie anteriormente chamada de *Pythium palingenes*, foi designada em *Phytopythium palingenes* (Uzuhashi *et al.* 2010).



Figura 2 - Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a. *Leptolegniella keratinophila* Huneycutt – hifas com formação de esporos de resistência. b. *Globisporangium echinulatum* Matthews – Oogônio ornamentado. c. *Pythium ultimum* var. *sporangiiferum* - oogônios em evidência. d. – *Pythium* sp Grupo T - zoosporângios inflados. e. *Phytopythium palingenes* Drechsler - zoosporângio intercalar cheio, maduro. f. *Phytopythium palingenes* Drechsler - zoosporângio maduro com papila apical de liberação e zoosporângio com proliferação interna. Barras: 10  $\mu$ m.

Figure 2 - Oomycetes (Oomycota) in fishponds in Teresina, Piauí, Brazil. The *Leptolegniella keratinophila* Huneycutt - hyphae formation of spores of resistance. B. *Globisporangium echinulatum* Matthews - Ornate oogonium. c. *Pythium ultimum* var. *sporangiiferum* - oogonium in evidence. d. - *Pythium* sp T Group - zoosporângium inflated. e. *Phytopythium palingenes* Drechsler - Interim zoosporangia full, mature. f. *Phytopythium palingenes* Drechsler - mature zoosporângia with apical papilla release and zoosporângia with internal proliferation. Barrs: 10  $\mu$ m.

***Phytophthora* sp.** de Bary 1876

Figura 3 a, b

Micélio delicado, muito ramificado, geralmente monopodial. Zoosporângios usualmente ovóides, e geralmente piriformes ou elipsoides, 30-50µm de comp. 20-35µm Larg. Zoósporos formados totalmente dentro dos zoosporângios e liberados por meio de papilas. Clamidósporos não observados.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatório de Peixes (C2). 11.V.2015, em amostras de água no ponto S1/6 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Teresina - Espécie indeterminada.

As características citadas concordam com Pires-Zottarelli (1999). O espécime foi identificado somente a nível de gênero, de modo que continuará a ser estudada a fim de que se possa observar a formação de estruturas sexuais.

***Pythiogeton dichotomum*** Tokun, Trans. Sapporo Nat. Hist. Soc. 14(1: 12 (1935). Figura 3 c

**Descrição:** Rocha *et al.* 2014.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatório de Peixes (C2). 9.IX.2014, 11.V.2015, em amostras de água e solo nos pontos A2/1 2014, S5/6 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negreiros 2008); Teresina (Sousa, 2015).

A espécie caracteriza-se pela presença de micélio com hifas finas, pouco ramificadas, zoosporângios esféricos de parede interna delgada, terminais nas hifas principais ou em ramos laterais que podem ser ramificadas dicotomicamente uma ou duas vezes. Estruturas de reprodução sexuada não observada, características do espécime observado que concordam com as descrições originais de Tokun (1935), e com os dados da primeira citação dessa espécie para o Brasil em material coletado no Parque Nacional de Sete Cidades no Piauí Rocha (2002), e com o trabalho realizado por Rocha *et al.* (2014).

*Pythiogeton ramosum* Minden, in Falck, Mykol. Untersuc. Ber. 1:243 (1916). Figura 3 d

**Descrição:** Rocha *et al.* 2014.

**Material Examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3, C4). 9.VII.2014, 9.IX.2014, 10.XII.2014, 9.I.2015, 9.03.2015, 11.V.2015, em amostras de água e solo nos pontos S1/1 2014, S6/1 2014, S1/2 2014, S4/2, 2014, A4/2 2014, S2/3 2014, A4/3 2014, A6/3 2014, S2/4 2015, S3/4 2014, S5/4 2015, A2/4 2015, A4/4 2015, A6/4 2015, S2/5 2015, S3/6 2015, S4/6 2015, A5/6 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil:** Amazonas: Manaus (Silva 2002). Pernambuco: Recife (Cavalcante 2001). Maranhão: Timon (Sales, 2009). Piauí: Parque Nacional de Sete Cidades, (Rocha 2002); Floriano (Pereira, 2008); Teresina (Sousa, 2015). Rio de Janeiro: Rio de Janeiro (Beneke & Rogers 1970); São Paulo: São Paulo (Rocha & Pires-Zottarelli 2002).

Essa espécie foi determinada pela primeira vez no Brasil por Beneke & Roggers (1970), e têm como principais características a ausência de reprodução sexuada, a presença de zoosporângios busiformes terminais com inserção em ângulo de 90° graus na hifa de suporte. Os dados obtidos concordam com a descrição original de Minden (1916) e com as descrições de Rocha (2002) no Parque Nacional de Sete Cidades e Rocha *et al.* (2014).

*Pythiogeton uniforme* A. Lund., Mém. Acad. Roy. Sci. Lett. Danemark, Copenhague, Sect. Sci., 9 Série 6: 54 (1934). Figura 3 e

**Descrição:** Rocha *et al.* (2014).

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3, C4). 9.VII.2014, 9.IX.2014, 10.XI.2014, 9.I.2015, 11.V.2015, em amostras de água e solo nos pontos S4/1 2014; S6/1 2014, A2/1 2014, S1/2 2014, S3/2 2014, S4/2 2014, A3/3 2014, S3/4 2015, S2/6 2015, S3/6 2015, S4/6 2015, S5/6 2015, S1/6 2015, S2/6 2015, S3/6 2015, S4/6 2015, S5/6 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negreiros 2008); Teresina (Trindade Junior 2013).

Espécie caracterizada por hifas finas ou moderadamente ramificadas, zoosporângios terminais esféricos na hifa principal ou em ramos laterais com proliferação interna, parede delgada, tubo de liberação reto ou sinuoso, e zoósporos reniformes e biflagelados lateralmente, concordando com a descrição original da espécie por Lund (1934). Foi registrada pela primeira vez no Brasil por Rocha (2002) no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, e também na caracterização da família *Pythiogetaceae* realizada por Rocha *et al.* (2014).

*Pythiogeton utriforme* Minden. Mykologische untersuchungen und Berichte con Dr. Richard Falck 2(2): 238-243. 1916 Figura 3 f

**Descrição:** Rocha *et al.* 2014.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3, C4). 9.VII.2014, 9.IX.2014, 10.XI.2014, 9.I.2015, 9.III.2015, 11.V.2015, em amostras de água e solo nos pontos S3/1 2014, S6/1 2014, S5/2 2014, S4/4 2015, S2/6 2015, A4/3 2014, A4/5 2015, L.S. Saraiva.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negreiros 2008).

Essa espécie é caracterizada por micélio com hifas finas raramente septadas e/ou hifas laterais mais finas e ramificadas, presença de apressórios em hifas laterais sinuosas com dilatações intercalares, esféricas ou irregularmente alongadas, zoosporângio intercalar ou terminal em hifas curtas, busiforme, as vezes esférico, e por oogônios terminais, de parede fina, separado por septo da hifa sustentadora. Também foram observados oósporos apleróticos com paredes espessas, os quais corroboram com a descrição original de Minden (1916).

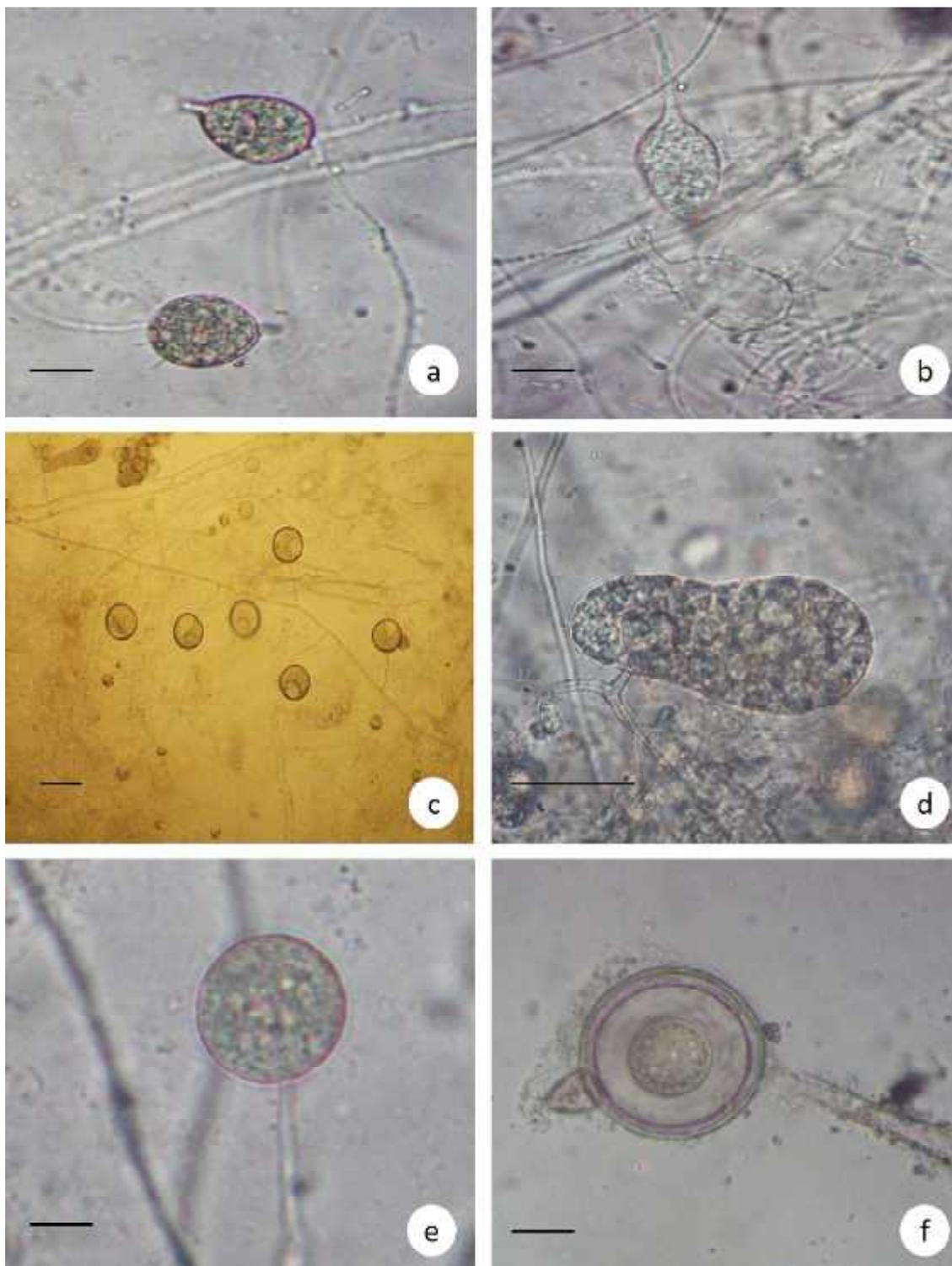


Figura 3 - Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a. *Phytophthora* sp – zooporângios inflados/maduros. b. *Phytophthora* sp – zoosporângio pós liberação de zoospóros. c. *Pythiogeton dichotomum* Tokun – configuração característica. d. *Pythiogeton ramosum* Minden – Zoosporângio busiforme maduro. e. *Pythiogeton unifome* Lund – Zoosporângio terminal maduro. f. *Pythiogeton utriforme* Minden – estrutura de resistência em ecdise de cobra. Barras: 10 µm.

Figure 3 - Oomycetes (Oomycota) in fishponds in Teresina, Piauí, Brazil. The *Phytophthora* sp - inflated / mature zooporângia. b. *Phytophthora* sp – zoosporângium after releasing zoospores. c. *Pythiogeton dichotomum* Tokun - typical configuration. d. *Pythiogeton ramosum* Minden - Zoosporangia mature busiform. e. *Pythiogeton unifome* Lund – Zoosporangia terminal elongate release tube. f. *Pythiogeton utriforme* Minden - resistance structure molting snake. Barras: 10 µm.

*Plectospira myriandra* Drechsler, J. Agric. Res., Washington 34: 295 (1927). Figura 4 a

Micélio limitado, uniforme, superficial em cultura de *Sorghum sp.* Um ou dois tubos de liberação de zoósporos. Hifa cenocítica com até 6µm diâm., zoósporos encistados no ápice do zoosporângio. Liberação aclióide. Zoosporângio esférico simples, até 40µm diâm., ramificado. Células anteridiais 1-10 por oogônio.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C3). 9.I.2015, 9.III.2015, em amostras de solo nos pontos S2/4 2015, S1/5 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negreiros 2008); Teresina (Sousa 2015). **São Paulo:** Itirapina (Gomes *et al.* 2003).

As principais características dessa espécie são presença de zoósporos encistados no ápice do zoosporângio e a presença de complexos de zoosporângios lobulados, percebidos no espécime observado. Rocha (2002) foi o primeiro a isolar essa espécie no Brasil, porém a encontrou somente em amostras de solo. Gomes *et al.* (2003) e Jesus *et al.* (2013) relataram a presença de complexos de zoosporângios lobulados com anterídios diclinos, a partir de isolamentos em epiderme de cebola.

*Achlya orion* Coker & Couch, J. Elisha Mitchell Scient. Soc. 36: 100. 1920. Figura b, c

Gemas filiformes e frequentemente ramificadas; terminal, catenulada. Zoosporângio abundante, filiforme ou clavado, reto; 160-190 x 18-20µm.; renovação simpodial, cimoso ou basepentalar, liberação aclióide; grupo de zoósporos persistindo no ápice de liberação do zoosporângio, zoósporos encistados 10-12µm diâm. Oogônio abundante, terminal, esférico 37-47µm diâm., parede lisa, com poros no ponto de atracamento da célula anteridial e frequentemente poros sem atracação de anterídios, frequentemente proliferando ainda imaturos; Pedúnculos curvos e longos, Ramo anteridial presente andrógino, monoclino e raramente díclino e ramificado. Célula anteridial tubular, simples, ocasionalmente ramificada, atracada

por projeções, oosferas maturando. Oósporo excêntrico, 1-5 por oogônio, geralmente 1 a 2, esférico e raramente elipsoide.

Material examinado: BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3, C4). 11.V.2015, em amostras de solo nos pontos S1/6 2015, S3/6 2015, S4/6 2015, S6/6 2015, A4/6 2015, A5/6 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas:** Manaus. **Minas Gerais:** Iguaí. **Pernambuco:** Recife. **Piauí:** Parque Nacional de Sete cidades (Rocha 2002). **São Paulo:** Assis, Botas-Itirapina, Cubatão, Itirapina, Luis Antônio, Mogi Guaçú (Milanez *et al* 2007). Mogi das Cruzis (Michellin 2005), São Paulo (Milanez *et al* 2007; Gomes & Pires Zottarelli 2008; Miranda 2007).

Oósporos excêntricos e pedúnculo oogonial retorcido são características marcantes dessa espécie, presentes nos espécimes analisados, que concordam com a descrição de Johnson *et al* (2002). No Brasil, Beneke & Rogers (1962) foram pioneiros em isolar esta espécie a partir de amostras de água.

*Achlya prolifera* C. G. Nees. Nova Acta Phys.-Med Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.11:514. 1823.

Figura 4 d

Micélio extenso com hifas ramificadas 20-58µm diâm., presença abundante de gemas filiformes e irregulares ou ramificadas. Zoosporângios abundantes, 70-180 x 20-36µm diâm., filiformes ou clavados, simples com renovação simpodial, basipelatar, liberação dos zoósporos aclióide, zoósporos encistados no poro de liberação do zoosporângio. Oogônios abundantes, laterais, podendo ser intercalares sésseis ou terminais, esféricos 45-72µm diâm., piriforme ou globosos, proliferantes quando imaturos, parede lisa, poros geralmente presentes, pedúnculo simples. Anterídios presentes e abundantes, ramos anteridiaes, diclinos, irregulares muito ramificados, atacando por projeções, usualmente envolvendo o oogônio e o pedúnculo

oogonial. Oósporo maturando e frequentemente abortando, excêntrico, esférico 14-20µm de diâm. Germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatório de Peixes (C3). 9.VII.2014, em amostras de solo no ponto S5/1 2014, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição Geográfica no Brasil:** PiauÍ: Manaus (Silva 2002). Minas Gerais: Viçosa (Beneke & Rogers 1962). Paraná: Curitiba (Beneke & Rogers 1962). Pernambuco: Recife (Cavalcanti 2001). PiauÍ: Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002). São Paulo: Brotas-Itirapina (Pires-Zotarelli 1990), Cubatão (Pires-Zotarelli 1999), Itapecerica da Serra (Schoein-Crusius et al. 1990); Itirapina, Luis Antônio e Mogi-Guaçu (Gomes et al. 2003), São Paulo (Milanez et al. 1994).

As características do espécime concordam com a descrição de Johnson (1956), Beneke & Rogers (1962), Pires- Zottarelli (1990, 1999) e Rocha (2002).

*Achlya proliferoides* Coker, Saprolegniaceae with notes on other water molds: 115 (1923).

Figura 4 b, c

Hifas ramificadas 15-60µm de diâmetro. Presença de gemas, abundantes e filiformes. Zoosporângios abundantes, filiformes, curvados ou irregulares; 50-450 x 15-40µm de diâm.; renovação simpodial; liberação dos zoósporos aclióide, formando cistos. Oogônios laterais, esféricos, 40-50µm; parede lisa, em alguns pontos presença de poros; pedúnculo simples, raramente curvado. Presença de anterídios; ramos anteridiaes diclinos, alguns monoclinos, ramificados envolvendo pedúnculo oogonial ou as hifas que não suportam oogônio; células anteridiaes tubulares, simples ou ramificadas, atracação lateral; tubo de fertilização não observado. Oosferas não maturando. Oósporos esféricos, excêntricos, 15-20µm de diâm., de dois a seis por oogônio; germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3, C4). 9.I.2015, 9.III.2015, em amostras de água e solo nos pontos S4/4 2015, S6/4 2015, S1/5 2015, A4/5 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil:** Amazonas: Manaus (Silva 2002). Pernambuco: Recife (Cavalcanti 2001). Piauí: Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Teresina (Pereira 2008; Trindade Junior 2013; Sousa 2015). Minas Gerais: Viçosa (Beneke & Rogers 1962). São Paulo: Cubatão (Pires-Zottarelli 1999); Itirapina e Luis Antônio (Gomes *et al.* 2003), Itapeçerica da Serra (Schoenlein-Crusius *et al.* 1990); São Paulo (Rogers *et al.* 1970; Pires-Zottarelli *et al.* 1996; Rocha 2004). Paraná: Curitiba (Beneke & Rogers 1962).

A principal característica da espécie é a presença de ramos anteridiais envolvendo os pedúnculos das hifas vegetativas, os oogônios e as hifas. Ademais os dados do espécime isolado concordam com as descrições de Pires-Zottarelli (1999) que cita zoosporângios medindo de 138-630 x 30-45µm de diâmetro e oósporos com 16-20µm de diâmetro, corroborando também com Nascimento & Pires-Zottarelli (2012).

*Aplanopsis terrestris* Höhnk, Veröff. Inst. Meeresf. Bremerhaven, Sonderband 1: 127 (1952).

Figura 4 e, f

Micélio extensivo, difuso com hifas muito longas. Zoosporângio desconhecido. Gemas raras ou ausentes, oogônio predominantemente lateral, ocasionalmente terminal, esférico, subesférico ou ovóide (18) 24-28(-37)µm de diâm., com ornamentações nas paredes. Oósporos cêntricos ou subcêntricos com (15-) 18-24 (-29)µm de diâm. Ramos anteridiais, quando presentes, andrógino ou raramente monoclino.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ: Teresina. Criatório de Peixes (C3). 9.I.2015, em amostras de solo no pontos S4/4 2015, S5/4 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil:** primeira citação para o Brasil.

As características da espécie estão em acordo com a descrição original.

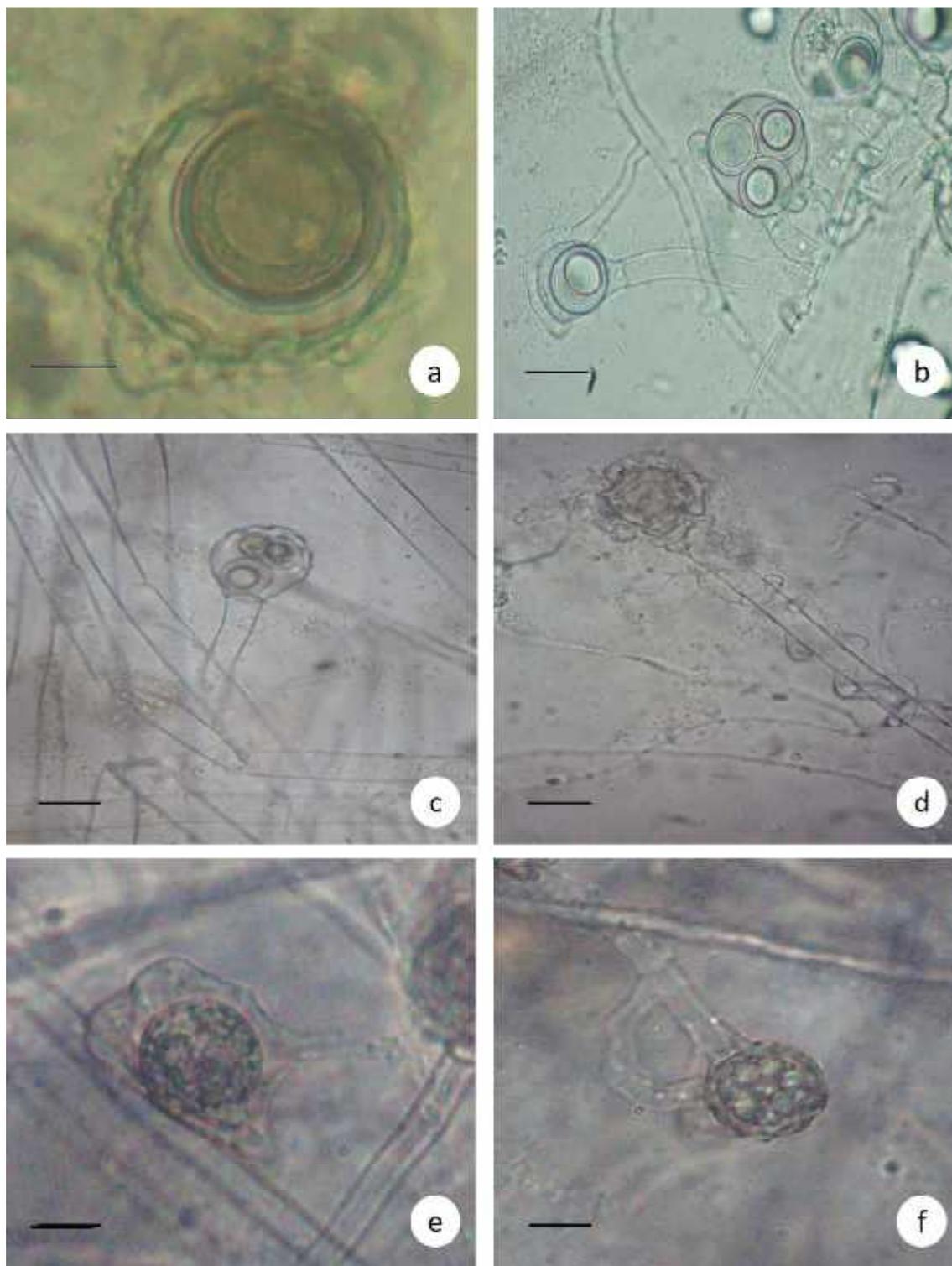


Figura 4 - Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a. *Plectospira myriandra* Drechsler – Oogônio com oósporo maduro. b. *Achlya orion* Cocker & Couch - Atracção anteridial monoclina; c. *Achlya prolifera* Nees - Oogônio com oósporos maduros. d. – *Achlya proliferoides* Coker - Anterídio envolvendo a hifa vegetativa. e. *Aplanopsis terrestris* Höhnk - Célula anteridial simples. f. *Aplanopsis terrestris* Höhnk – célula anteridial evidenciando ramo anteridial monoclino. Barras: 10 µm.

Figure 4 - Oomycetes (Oomycota) in fishponds in Teresina, Piauí, Brazil. a. *Plectospira myriandra* Drechsler - oogonium with mature oospore. b. *Achlya orion* Cocker & Couch - Berthing antheridial monoclina; c. *Achlya prolifera* Nees - oogonium with mature oospores. d. - *Achlya proliferoides* Coker - anther involving the vegetative hyphae. e. *Aplanopsis terrestris* Höhnk - Cell simple antheridial. f. *Aplanopsis terrestris* Höhnk - antheridial cell showing branch antheridial monoclinous. Barrs: 10 µm.

*Aphanomyces helicoides* von Minden, Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, 5: 559. 1915.

Figura 5 b

Hifas com 5-7 $\mu$ m de diâm., hialinas frequentemente formando nós. Zoosporângios longos e filamentosos, formados de hifas vegetativas. Zoósporos primários cilíndricos ou fusiformes, zoósporos secundários reniformes, biflagelados lateralmente. Oogônios laterais ou terminais em ramos de comprimento variável, formando densos agrupamentos esféricos, 25-30 $\mu$ m, com paredes lisas tornando-se rugosas com a idade devido os remanescentes anterídios atracados. Anterídios presentes, formando ramificações espirais helicoides sobre o pedúnculo do oogônio ou em hifas adjacentes. Oósporo castanho-claro esférico com 22-25 $\mu$ m diâm., paredes delgadas com 1 $\mu$ m de espessura, com grande glóbulo central de óleo. Tubo de fertilização e germinação não observado.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ, TERESINA. Criatórios de Peixes (C1). 10.IX.2014, em amostras de solo no ponto S1/3 2014, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição Geográfica no Brasil: Piauí:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002).

A presença de ramos anteridiaais enrolando-se no pedúnculo do oogônio caracterizam essa espécie, de modo que os dados corroboram a descrição original Mindem (1915). Esta é a segunda citação para o Piauí, sendo que a primeira ocorrência para o Brasil foi registrada na pesquisa desenvolvida por Rocha no Parque Nacional de Sete Cidades Piauí, realizada em 2002.

*Aphanomyces keratinophilus* (M.Ôkubo & Kobayasi) R.L.Seym. & T.W.Johnson, Mycologia 65(6): 1317 (1974) [1973].

Figura 5 c, d

Zoosporângios longos e filamentosos. Zoósporos cilíndricos ou fusiformes. Oogônios laterais ou terminais em ramos variáveis, sendo esféricos ou piriformes, às vezes intercalares com 16-28 $\mu$ m de diâm. Presença de anterídios e ramos anteridiaais ramificados, andróginos e monoclinos, contorcidos e irregulares. Oósporos esféricos 13-25 $\mu$ m de diâm., de paredes finas, amarronzado, com presença de gota lipídica no centro. Germinação não observada.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ, TERESINA. Criatórios de Peixes (C1, C2, C3, C4). 9.VII.2014, 9.IX.2014, 10.XI.2014, 9.I.2015 e 11.V.2015, em amostras de água e solo nos pontos S2/1 2014, A1/1 2014, S1/2 2014, S3/2 2014, S5/2 2014, A3/2 2014, A4/2 2014, S2/3 2014, A1/3 2014, S2/4 2015, S4/4 2015, S6/4 2015, A3/4 2015, A5/4 2015, S1/6 2015, S5/6 2015, S6/6 2015, A1/6 2015, A2/6 2015, A4/6 2015, A5/6 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: Maranhão:** Timon (Sales, 2009); **PiauÍ:** Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); Floriano (Negrinhos 2008); Teresina (Trindade Junior 2013); (Sousa 2015).

A presença de ramos anteridiaes monoclinos, andróginos ou diclinos, hábito queratinofílico, oogônios terminais esféricos ou piriformes e pedúnculo oogonial com septo próximo à base do oogônio são as principais características dessa espécie. Os dados concordam com as descrições de Rocha (2002), que isolou pela primeira vez no Brasil essa espécie em amostras de solo no Parque Nacional de Sete Cidades, PiauÍ.

***Brevilegnia longicaulis*** T. W. Johnson, Jr. *Mycologia* Vol. 42, No. 2 (Mar. - Apr., 1950), pp. 242-252

Figura 5 e

Micélio com 1,2 cm de diâmetro. Gemas não aparentes. Zoosporângios finos e longos, 115-655 x 7-14µm, curvados ou irregulares; zoósporos com disposição em fileiras únicas no zoosporângio; Oogônios esféricos e abundantes, 22-36µm de diâm., com disposição lateral ou mais raramente terminais. Presença de papilas. Oogônios com parede interna lisa. Oósporos esféricos e excêntricos, 12-15µm de diâm., alguns pleróticos, sendo um por oogônio. Anterídios andróginos, ramos e células anteridiaes simples, predominantemente andróginos, delgados e irregulares, tubo de fertilização não observado.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ, TERESINA. Criatório de Peixes (C3). 9.I.2015 em amostras de água no ponto A5/4 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil: PiauÍ:** Demerval Lobão (Rocha & Macêdo 2015).

Essa é a segunda ocorrência da espécie para o Brasil. Esta espécie é caracterizada pela presença de ramos anteridiaes diclinos, ovogônias esféricas e parede oogonial lisa, observadas no espécime examinado, concorda com a descrição original de Johnson (1950), e corrobora as observações de Sparrow (1960), e Johnson *et al.* (2002).

***Dictyuchus sp.*** Leitg. Bot. Ztg. 26:503 (1868).

Figura 5 f

Micélio filamentosos com 2-3cm de diâm., ramificado. Colônias heterotálicas ou partenogénicas. Gemas ausentes ou raramente presentes. Zoosporângios abundantes. Zoósporos encistados dentro do zoosporângio com liberação dictioide, após liberação o zoosporângio vazio, apresenta uma aparência de rede.

**Material examinado:** BRASIL, PIAUÍ, TERESINA. Criatórios de Peixes (C1, C3, C4). 9.VII.2014, 9.I.2015 e 9.III.2015, em amostras de água e solo nos pontos S5/1 2014, A6/1 2014, S2/4 2015, S5/4 2015, A4/4 2015, S2/5 2015, *L.S. Saraiva*.

**Distribuição geográfica no Brasil:** Piauí, Teresina (espécie indeterminada).

Devido a ausência de estruturas reprodutivas sexuadas não foi possível a determinação do espécime a nível específico. As descrições deste táxon concordam com a caracterização original de Sparrow (1960), com primeira citação do gênero para o Brasil realizada por Rocha (2002) em área do Cerrado nordestino, e mais recentemente com a descrição de Sousa (2015), a partir de amostras isoladas do rio Poti no estado do Piauí.

Dentre os 19 táxons de oomicetos identificados, as espécies *Aplanopsis terrestris* e *Brevilegnia longicaulis* se destacam como primeira e segunda citações de ocorrência para o Brasil, respectivamente. Na investigação de organismos zoospóricos em áreas de cerrado do Parque Nacional de Sete cidades, (Rocha 2002) relataram a ocorrência de 36 espécies pertencentes ao reino Chromista, filo Oomycota. No cerrado da região sudeste do Brasil foi registrada a ocorrência de 16 espécies de oomicetos (Nascimento & Pires-zottarelli 2012), o que demonstra que o bioma cerrado apresenta uma grande diversidade.

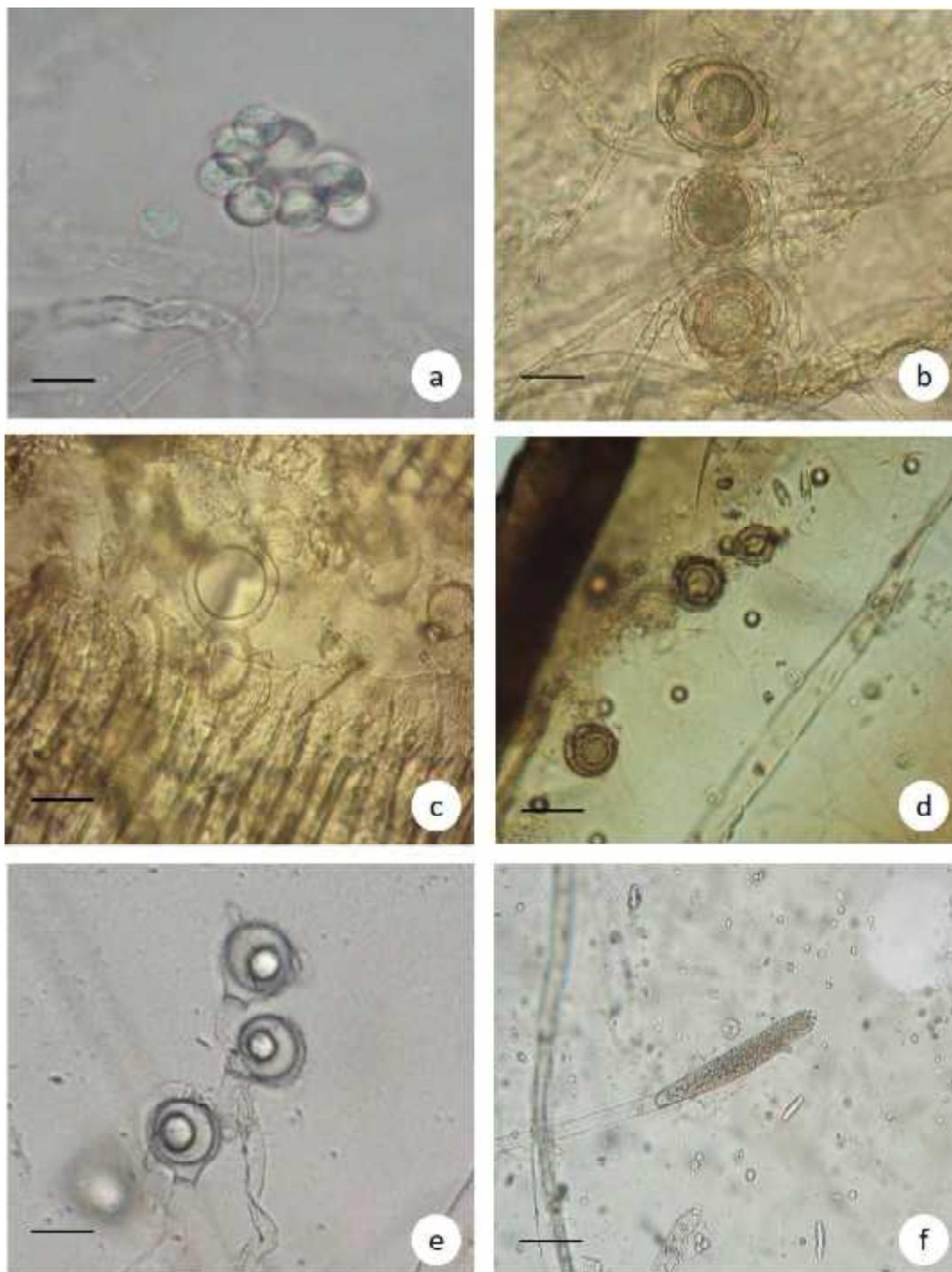


Figura 5 - Oomicetos (Oomycota) nos viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. a – *Aphanomyces keratinophilus* M.Ôkubo - Zoosporângio com liberação aclióide. b. *Aphanomyces helicoides* Minden - Anterídeos formando ramificações espirais helicoides sobre o pedúnculo do oogônio. c. *Aphanomyces keratinophilus* M.Ôkubo - Oósporos esféricos em escama de peixe. d. *Aphanomyces keratinophilus* M.Ôkubo – Oósporos em asa de cupim. e. *Brevilegnia longicaulis* T.W. Johnson – Oogônios esféricos com parede lisa, proliferando. f. *Dictyuchus* sp. Leitg – Zoosporângio em ecdise de cobra. Barras: 10 µm.

Figure 5 - Oomycetes (Oomycota) in fishponds in Teresina, Piauí, Brazil. a - *Aphanomyces keratinophilus* M.Ôkubo - Zoosporangia with release achlyoid - Zoosporângia with achlyoid release. b. *Aphanomyces helicoides* Minden – antheridium-forming helicoides spiral branches on the oogonium peduncle. c. *Aphanomyces keratinophilus* M.Ôkubo - spherical oospores in fish scales. d. *Aphanomyces keratinophilus* M.Ôkubo - oospores in termite wing. e. *Brevilegnia longicaulis* T.W. Johnson - spherical oogonium with smooth wall proliferating. f. *Dictyuchus* sp. Leitg - Zoosporângia in molting snake. Barrs: 10 µm.

Embora a maioria das espécies de oomicetos seja comum aos ambientes aquático e terrestre, algumas espécies podem ocorrer exclusivamente nos compartimentos de água ou solo (Willoughby 1961, Shearer *et al.* 2007, Nascimento & Pires-zottarelli 2012). Durante a realização desta pesquisa constatou-se que as espécies *Leptolegniella keratinophila*, *Pythium ultimum* var. *sporangiferum*, *Pythium* grupo T, *Phytopythium palingenes*, *Pythiogeton dichotomum*, *Pythiogeton ramosum*, *Pythiogeton uniforme*, *Pythiogeton utriforme*, *Achlya proliferoides*, *Aphanomyces keratinophilus* e *Dictyuchus* sp foram comuns ao solo e água. No entanto, *Globisporangium echinulatum*, *Plectospira myriandra*, *Achlya orion*, *Achlya prolifera*, *Aplanopsis terrestris* e *Aphanomyces helicoides* ocorreram exclusivamente no solo, enquanto que *Phytophthora* sp e *Brevilegnia longicaulis* foram exclusivas do compartimento água.

Os resultados desta pesquisa contribuíram para a ampliação do conhecimento sobre os oomicetos em áreas do cerrado no Piauí e no Brasil e evidenciam a importância da realização de mais estudos sobre esse grupo de microrganismos uma vez que ainda existem poucos registros sobre a sua diversidade em ambientes de piscicultura.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa ao primeiro autor, aos piscicultores que se disponibilizaram a participar dessa pesquisa, por permitirem o acesso às suas propriedades. Ao laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí pela infraestrutura oferecida.

### **Referências**

Alexopoulos, C.J.; Mims, C.W.; Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. New York: John Wiley & Sons, Inc. 865p.

- Baptista, F. R.; Pires-zottarelli, C. L. A.; Rocha, M.; Milanez, A. I. 2004. The genus *Pythium* Pringsheim from Brazilian Cerrado areas, in the state of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 27, n. 2, 281-290Pp.
- Beneke, E.S. & Rogers, L. 1962. Aquatic Phycomycetes isolated in the states of Minas Gerais, São Paulo and Paraná, Brazil. *Rickia* v.1. 181-193Pp.
- Beneke, E.S. & Rogers, L. 1970. Aquatic fungi of “Parque Nacional de Itatiaia” in the state of Rio de Janeiro. *Rickia* v. 5. 51-64Pp.
- Cavalcanti, M. S. 2001. Fungos isolados de água e do solo das margens dos Açudes do Prata e do Meio na Reserva Florestal de Dois irmãos. Recife, Pernambuco. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Coker & Couch, J. 1920. *Elisha Mitchell Scient. Soc.* 36: 100.
- Diaz, J. H. C. & Bravo, M. C. S. Identificación de microorganismos del género *Phytophthora* asociados a especies de *Quercus* sp. y *Pinus* sp., en los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 2(1) 2015, Pp 47-52.
- Drechsler, C. 1930. Some new species of *Pythium*. *Journal of the Washington Academy of Science* 20: 398-418Pp.
- Forzza, R. C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa D.P.; Lleras, E.; Matinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Baumgratz, J.F.A.; Piani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelhor, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morin, M.P.; Barbosa, M,R.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco. R.; Cavalcante, T.B. & Souza V.C. 2010. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 22 Nov. 2015.
- Gomes, A.L.; Pires-Zottarelli, C.L.A.; Rocha, M. & Milanez, A. I. 2003. Saprolegniaceae de áreas de Cerrado do estado de São Paulo, Brasil, *Hoehnea*, 30: 95-110Pp.

Gomes, A. L. & Pires-Zottarelli, C. L. A. 2008. Oomycota (Straminipila) da Reserva Biológica de Paranapiacaba, Santo André, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v. 22, n. 2, 373-392Pp.

Huneycutt, M.B. 1952. A new water mold on keratinized materials. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, Durham v. 68. 109-112Pp.

Ibge, Piauí, Teresina, infográficos: dados gerais do município.2011. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=221100&search=||infogr%E1ficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>>. Acesso em 11 de maio de 2015.

Idris, H. A., Labuschagne, N., Korsten, L. Suppression of *Pythium ultimum* root rot of sorghum by rhizobacterial isolates from Ethiopia and South Africa. *Biological Control*, p. 1-13, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>

Jesus, A. L; Marano, A. V; Schoenlein-Crusius, I. H; Pires-Zotarelli, C. L. A. 2013. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: novas citações. *Hoehnea*, vol. 40, p.167-180.

Johnson, T.W. Jr. 1950. A study of an isolate of *Brevilegnia* form New Caledonia. *Mycology*. V. 42. 242-252Pp.

Johnson, T.W. Jr; Seymour, R.L. & Padgett, D.E. 2002. Biology and systematics of the Saprolegniaceae. Disponível em <<http://www.uncw.edu/people/Padgett/book>>. Acesso em 20 Dez 2015.

Kirk P.M. Cannon, P.F. David, J.C. Stalpers, J.A. 2008. *Dictionary of the Fungi*, 11<sup>a</sup> ed. Wallingford: CABI Publishing.

Kubitza, F. 2005. Antecipando-se às Doenças na Tilápiocultura. *Revista: Panorama da Aquicultura*, Vol. 15, n° 89. 15-23Pp.

Lund, A. 1934. Studies on Danish frswater Phycomycetes and notes on their occurrence particularly relative to the hidrogen ion concentracion of the water. *Kongeline Danske Videnskabernes Selkabs Srifter Naturvidenskabeling oq Mathematisk Adjeling* v. 9:1-97 Pp.

- Mastan S.A. 2008. Incidents of Dermatomycosis in fishes of Lapur reserviour, Bhopal, (M.P.) J Herbal Med. Toxicol. 2(1). 37-40Pp.
- Maia, L. C.; Carvalho Júnior, A. A.; Cavalcanti, L. H.; Gugliotta, A. M.; Drechsler-Santos, E. R.; Santiago, A. L. M. A.; Cáceres, M. E. S.; Gibertoni, T. B.; Aptroot, A.; Giachini, A. J.; Soares, A. M. S.; Silva, A. C. G.; Magnago, A. C.; Goto, B. T.; Lira, C. R. S.; Montoya, C. A. S.; Pires-Zottarelli, C. L. A.; Silva, D. K. A.; Soares, D. J.; Rezende, D. H. C.; Luz, E. D. M. N.; Gumboski, E. L.; Wartchow, F.; Karstedt, F.; Freire, F. M.; Coutinho, F. P.; Melo, G. S. N.; Sotão, H. M. P.; Baseia, I. G.; Pereira, J.; Oliveira, J. J. S.; Souza, J. F.; Bezerra, J. L.; Araujo Neta, L. S.; Pfenning, L. H.; Gusmão, L. F. P.; Neves, M. A.; Capelari, M.; Jaeger, M. C. W.; Pulgarín, M. P.; Menolli Junior, N.; Medeiros, P. S.; Friedrich, R. C. S.; Chikowski, R. S.; Pires, R. M.; Melo, R. F.; Silveira, R. M. B.; Urrea-Valencia, S.; Cortez, V. G. & Silva V. F. 2015. Diversity of Brazilain fungi. *Rodriguésia* 66(4): 1033-1045Pp.
- Mastan, S. A. 2015. Fungal infection in freshwater fishes of Andhra Pradesh, India. *African Journal of Biotechnology*, v. 14(6), 530-534Pp.
- Matias, A. O. 2013. Caracterização de podridão Radicular e Identificação de genótipos resistentes na cultura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no norte do Maranhão. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí. 1-52Pp.
- Matthews, V. D. 1931. Studies on the genus *Pythium*. Chapel Hill: University of North Carolina Press. 136Pp.
- Michellin, F.F. 2005. Diversidade dos fungos zoospóricos do Parque Natural Municipal da Serra do Itapety, Município de Mogi das Cruzes, estado de São Paulo. Monografia de Licenciatura em ciências biológicas, universidade de Mogi das Cruzes, São Paulo.
- Milanez, A.I. 1970. Contributions to the knowdlege of aquatic Phycomycetes of São Paulo State. I Oomycetes form the West region. *Rickia* 5: 23-43Pp.

- Milanez A.I. 1989. Distribuição de fungos de águas continentais. In Fidalgo O, Bononi VL (Coords), Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Série Documentos. Instituto de Botânica São Paulo, Brasil. 17-20Pp.
- Milanez, A. I.; Pires-zottarelli, C.L.A. & Gomes, A.L. 2007. Brazilian zoosporic fungi. São Paulo.
- Minden, M. 1916. Beitrage ur Biologie und Systematik einheimischer submerse Phycomycetes. Falck. Mykolog. Untersuch Bericht 2:146-225.
- Miranda, M.L. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2008. O gênero *Pythium* no Parque Estadual da Serra da Cantareira, Estado de São Paulo, Brasil. Hoehnea v.35. 281–288Pp.
- Miranda M.L. Diversidade de Oomycota do Parque Estadual da Serra da Cantareira, Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Instituto de botânica de São Paulo, SP.108P.
- Miranda, M.L. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2012. Oomicetos do Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo, SP, Brasil. Hoehnea 39(1): 95-112Pp.
- Moore-Landecker, E. 1996. Fundamentals of the Fungi. 4th. Ed., New Jersey: Prentice-Hall. Inc. 574p.
- Nascimento, C.A. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2012. Diversidade de fungos zoospóricos da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. Rodriguésia 63(3): 587-611Pp.
- Negreiros, N. C. 2008. Uso sustentável de culturas agrícolas suscetíveis a oomicetos (Oomycota) fitopatogênicos às margens do rio Parnaíba no município de Floriano, Piauí. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí. 99Pp.
- Nsonga, A.; Mfiflodze, W.; Samui, K. L.; Sikawa, D.; 2013. Epidemiology of Epizootic Ulcerative Syndrome in the Zambeze River System. A case study for Zambia. In: Ed. 5ª, Vol.1.
- Pereira, A. A. 2008. Oomicetos (Oomycota) no Campo Agrícola de Nazária, Piauí – Sustentabilidade na Prevenção e Controle dos Fitopatógenos em Agricultura Familiar. Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Piauí. 38-65Pp.

- Pickering, A. D. & Willoughby, L. G. 1982. Saprolegnia infection of salmonid fish. In: 50th Annual Report, Institutes of freshwater Ecology. Windermere Laboratory, England. 38-48Pp.
- Pires-Zottarelli, C. L. A.; Milanez, A. I.; Schoenlein-crusius, I. H.; Iohmann, L. G. 1996. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Fungos, Chytridiales. Hoehnea 23: 77-90.
- Pires-Zottarelli, C.L.A. 1999. Fungos zoospóricos dos vales dos rios Moji e Pilões, região de Cubatão, São Paulo, SP, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP. 153-240Pp.
- Plaats-Niterink, A.J. & Van, D.E.R. 1981. Monograph of genus *Pythium*. Studies in Mycology V.21. 1- 242Pp.
- Rocha, J. R. S. Fungos Zoospóricos em área de Cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. São Paulo, 2002. 266p. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 99-240Pp.
- Rocha J. R. S, Rodrigues E. P., Silva H. S. V. P., Sousa L. M. A., Barros B. S. V. 2010. Distribuição geográfica de *Aphanodictyon papillatum* Huneycutt *ex* Dick (Saprolegniales) no Brasil. Acta Botanica Malacitana 35, 171–176.
- Rocha, J.R.S.; Sousa, N.D.C; Negreiros, N.C.; Santos, L.A.; Pereira, A.A.; Sales, P.C.L. & Trindade-Júnior, O.C. 2014. The genus *Pythiogeton* (Pythiogetonaceae) in Brazil. Mycosphere 5(5): 623–634Pp.
- Rocha, J. R. S. & Macêdo M. A. M. 2015. First record of *Brevilegnia longicaulis* Johnson (Saprolegniales) in Brazil. Current Research in Environmental & Applied Mycology 5(2), 78-81Pp.
- Rocha, M. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2002. Chytridiomycota e Oomycota da Represa de Guarapiranga, São Paulo, SP. Acta botânica brasílica. 16: 287-309Pp.

Rocha, M. 2004. Micota zoospórica de lagos com diferentes trofias do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP, Brasil. (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de São Paulo.

Rogers, A.L.; Milanez, A.I. & Beneke, E.S. 1970. Additional aquatic fungi from São Paulo State. *Rickia* 5: 93-110Pp.

Sales, P. C. L. 2009. Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão. Dissertação de Mestrado. Univerdade Federal do Piauí. 15Pp.

Samui, K. L.; Hangombe, B.; Choongo, K.; Syachaba, M.; Phiri, H.; 2007. 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. 29p.

Schoenlein-Crusius, I.H.; Pires-Zottarelli C.L.A. & Milanez, A.I. 1990. Sucessão fúngica em folhas de *Quercus robur* L. (Carvalho) submerses em um lago situado no município de Itapeçerica da Serra, SP. *Revista de Microbiologia* 21: 61-67Pp.

Shanor, L. & Saslow. H. B. *Aphanomyces* as a fish Parasite. *Mycologia*, Vol. 36, nº. 4. 1944. Pp. 413-415. Published by: Mycological Society of America Article Stable URL:<http://www.jstor.org/stable/3754756>. Acesso em 19 de maio 2015.

Shearer, C. A.; Descals E.; Kohlmeyer J.; Marvanová, L.; Padgett, D.; Porter, D.; Raja, H. A.; Schimt, J. P.; Thorton, H. A. & Voglymaryr, H. 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity Conservation* 16: 49-67Pp.

Silva, I. L. 2002. Microbiota de água e de solo das margens de Iguarapés situados na área de Mata Atlântica do Campus da Universidade do Amazonas, Manaus, AM. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

Sosa, E.R.; Landsberg, J.H.; Stephenson, C.M.; Forstchen, A.B.; Vandersea M.W.; Litaker R.W. (2007). *Aphanomyces invadans* and ulcerative mycosis in estuarine and freshwater fish in Florida. *J Aquat Anim Health* 19:14–26Pp.

Sousa, N. D. C. 2015. A percepção da poluição e o impacto sobre os organismos zoospóricos no rio Poti, Teresina – PI. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Piauí. 87-104Pp.

Sparrow Jr., F. K. 1960. *Aquatic Phycomycetes*. Second Revised Edition. University of Michigan Press, Ann Arbor.

Steciow M. M., Milanez A. I., Pires-Zottarelli C. L. A., Marano A. V., Lecther, P. M., Vélez C. V. 2012 – Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids status of knowledge in South America. *Darwiniana*, 5(1).  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0011-67932012000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0011-67932012000100002&script=sci_arttext).

Acesso em 01.02.2016.

Teresina. Banco de dados: história do município. Prefeitura Municipal de Teresina, 2011.

Trindade Júnior O.C. 2013. Riscos socioambientais e diversidade de fungos zoospóricos em lagoas de Teresina, Piauí. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí. 124-145Pp.

Uzuhashi, S.; Tojo, M.; Kakishima, M. 2010. Phylogeny of the *Pythium* and description of new genera. *Mycoscience*. Vol. 51. 362p.

Vicki 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.)); FS-98-114. Disponível em: <http://purl.access.gpo.gov/GOP/LPS54950>. Acessado em 13/01/2016.

Willoughby, L. G. The ecology of some lower fungi at Esthwaite Water. *Transactions of the British mycological Society*, v. 44, n. 3, p. 305-332, 1961.

Zimmermann S., Moreira H.L.M., Vargas L., Ribeiro R.P. 2001. *Fundamentos da Moderna Aquicultura*. Editora Ulbra. Canoas. 123p.

**ARTIGO II**

---

**DINÂMICA DA COMUNIDADE DE OOMICETOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA – PI\***

\*Artigo escrito conforme as normas de publicação da Revista Brasileira de Pós-graduação – RBPG/CAPES. ISSN (impresso): 1806-8405 ISSN (on-line): 2358-2332

## DINÂMICA DA COMUNIDADE DE OOMICETOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA – PI.

### Resumo

Os oomicetos são seres heterotróficos, cosmopolitas e dependentes d'água ou condições úmidas para sua reprodução. Esta pesquisa apresenta dados sobre a distribuição e a ocorrência de oomicetos em viveiros de piscicultura, Teresina – PI, considerando os fatores abióticos e condições ambientais. *Pythiogeton ramosum*, *Aphanomyces keratinophilus*, *Pythium ultimum* var. *sporangiferum* e *Pythiogeton uniforme* foram espécies abundantes. Da análise físico-química, apenas as taxas de fósforo estavam em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Pesquisas precisam ser realizadas buscando contribuir para a ampliação do conhecimento sobre a diversidade e ecologia desses organismos.

**Palavras-chave:** ecologia, ocorrência, oomicetos, piscicultura.

### Abstract

The oomycetes are heterotrophic beings, cosmopolitan and water or wet dependent conditions for their reproduction. This study presents data on the distribution and occurrence of oomycetes in fishponds, Teresina - PI, considering the abiotic factors and environmental conditions. *P. ramosum*, *A. keratinophilus*, *P. ultimum* var. *sporangiferum* and *P. uniforme* were abundant species. The physical-chemical analysis, only phosphorus rates were at odds with the CONAMA Resolution 357/2005. Research must be conducted in order to contribute to the expansion of knowledge about the diversity and ecology of these organisms.

**Key-words:** Ecology, occurrence, oomycetes, fish farming.

### Resumen

Los oomicetos son seres heterótrofos de agua condiciones cosmopolitas y dependientes del agua o condiciones umedas para su reproducción. Este estudio presenta datos sobre la distribución y la aparición de oomicetos en estanques de peces, Teresina - PI, teniendo en cuenta los factores abióticos y las condiciones ambientales. *P. ramosum*, *A. keratinophilus*, *P. ultimum* var. *sporangiferum* y *P. uniforme* eran abundantes especies. El análisis físico-químico, sólo las tasas de fósforo estaban en desacuerdo con la Resolución CONAMA 357/2005. La investigación debe llevarse a cabo con el fin de contribuir a la expansión del conocimiento de la diversidad y ecología de estos organismos.

**Palabras-clave:** ecología, ocurrencia, oomicetos, piscicultura.

### Introdução

Os oomicetos são seres heterotróficos e cosmopolitas que podem ser encontrados em diversos ecossistemas nutrindo-se de forma sapróbia, e estabelecendo relações mutualistas ou parasitárias com outros seres vivos. Estimasse que existam 956 espécies pertencentes ao filo Oomycota, destas, 187 já foram registradas para o Brasil (KIRK et al., 2008; MILANEZ et al., 2007; MIRANDA; PIRES-ZOTTARELLI, 2012).

Os oomicetos são dependentes da água ou de condições úmidas para reprodução e dispersão de seus zoósporos, porém também podem ser encontrados em ambientes secos. Além disso, esses microrganismos são capazes de parasitar espécies de invertebrados como rotíferos, nematódeos e artrópodes assim como outros organismos aquáticos (DICK 1990; WEBSTER; WEBBER, 2007).

Espécies de oomicetos dos gêneros *Pythium*, *Aphanomyces*, *Achlya* e *Dictyuchus* são parasitas de animais de grande importância para o homem, como os peixes (CHINABUT et al., 1995; KIRK et al., 2008; MASTAN, 2015). A piscicultura, atividade economicamente promissora e que tem se destacado nos últimos anos pela geração de emprego e desenvolvimento de diversas regiões no Brasil, pode sofrer impactos negativos para a indústria pesqueira e de produção devido ao aumento dos casos de parasitoses ocasionadas por oomicetos, uma vez que essas parasitoses podem atingir peixes de ambientes naturais e de criações em cativeiro (MPA, 2011; MASTAN 2008, 2015).

Os oomicetos estão envolvidos em vários processos de ciclagem de nutrientes no meio ambiente, de modo que é importante conhecer a diversidade e o papel desses microrganismos nos ecossistemas aquáticos e terrestres, ademais por haverem poucos estudos relacionados a sua distribuição e ecologia (MILANEZ, 1999; PIRES-ZOTTARELLI, 1999; MILANEZ et al., 2007; NASCIMENTO, 2010; NASCIMENTO et al., 2011).

Alguns estudos realizados mostraram que fatores abióticos importantes como a umidade, pH, teor de matéria orgânica e a temperatura do solo afetam a ocorrência e a distribuição dos oomicetos nos ecossistemas (REINBOLDT, 1951; WILLOUGHBY, 1961, 1962, 1964; DICK, 1963; BOOTH, 1971; MANOHARACHARY; REDDY, 1975; MER et al., 1981; YU et al., 1987; EL-HISSY; ABD-ELAAH, 1989; PARK, 2013), e no Brasil estudos tem sido realizados em áreas de cerrado (MILANEZ, 1968; PIRES-ZOTTARELLI; MILANEZ, 1993; PIRES-ZOTTARELLI, 1999; ROCHA et al., 2002; GOMES et al., 2003; BAPTISTA et al., 2004; NASCIMENTO, 2010; NASCIMENTO et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2012; MARANO et al., 2016; ROCHA et al., 2014; ROCHA; MACÊDO, 2015).

Esta pesquisa apresenta dados referentes as condições ambientais das fazendas de criação de peixes, e têm o objetivo de contribuir para o conhecimento sobre a distribuição e a ocorrência desses microrganismos nos ambientes aquáticos e terrestres considerando os fatores abióticos que podem favorecer ou não a sua presença nos viveiros de peixes em Teresina, PI.

## **Material e métodos**

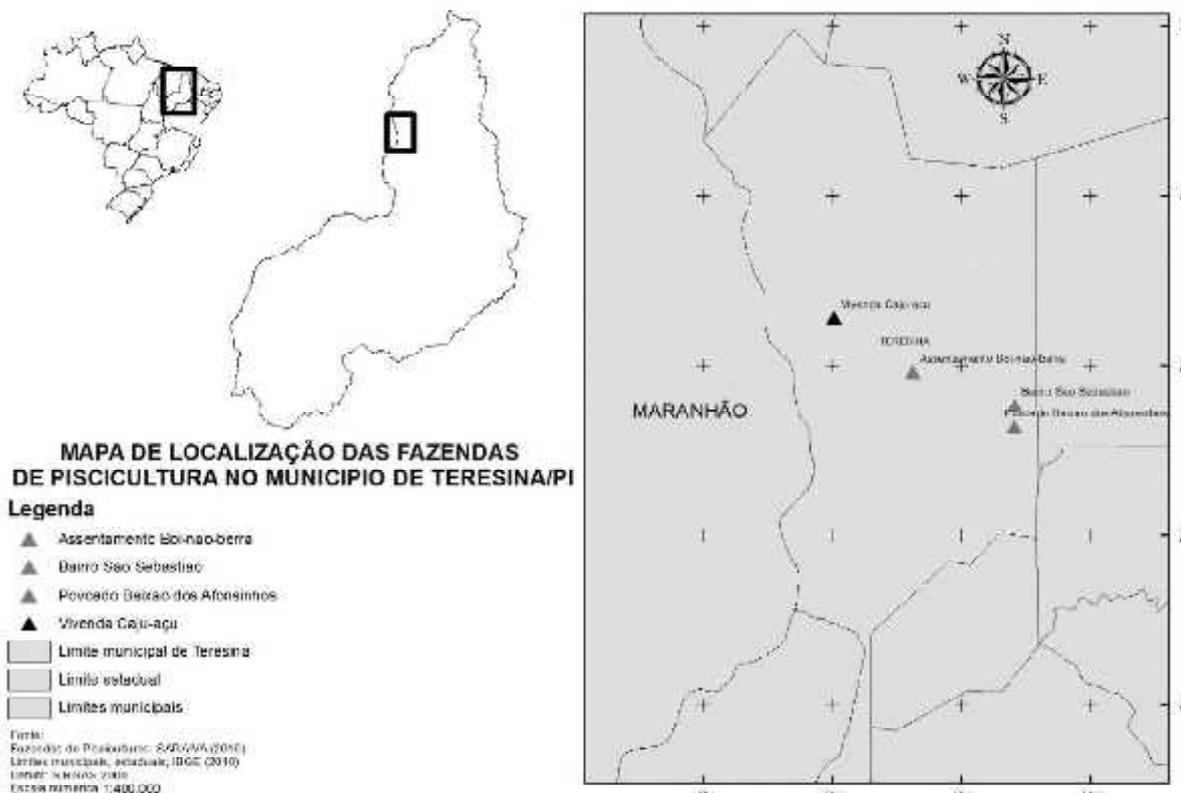
### **Área de estudo**

Para a realização dessa pesquisa, foram escolhidas quatro fazendas de piscicultura localizadas em Teresina Piauí: fazenda 1 – São Sebastião; fazenda 2 - povoado Baixão dos Afonsinhos; fazenda 3 – Vivenda Caju-açú; e fazenda 4 – Assentamento Boi-não-berra (Figura 1).

As fazendas produzem o tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier 1818), espécie piscícola com significativa saída de mercado, produção adaptável às diferentes condições em cativeiro e com grande aceitação pelo mercado consumidor, de forma essencialmente artesanal e sem suporte técnico especializado, sendo a produção dessa espécie o foco de investigação desta pesquisa. Duas dessas fazendas (Cajú-açú e Boi-não-berra) também produzem a Tilápia (*Oreochromis niloticus* L. 1758), de forma experimental e em menor quantidade.

Todos os criadores fazem parte da Associação de Piscicultores do Estado do Piauí, e são associados a pelo menos seis anos. Os dados exatos sobre a renda e produção nas fazendas não foram divulgados pelos piscicultores, porém estes afirmaram que os valores médios dos rendimentos adquiridos com a comercialização dos peixes variam de quatro a seis mil reais por ciclo produtivo.

**Figura 1.** Fazendas de criação de peixes em cativeiro em Teresina – Piauí.



### **Amostragem, isolamento e identificação de Oomicetos**

Nas fazendas de piscicultura foram realizadas 6 coletas bimestrais de água e de solo no período seco (julho, setembro e novembro de 2014) e na estação chuvosa (janeiro, março e abril de 2015), em pontos aleatórios às margens dos viveiros selecionados. Com auxílio de frascos de Wheaton (250 ml), foram coletadas amostras de água dos viveiros a uma profundidade de até 10 cm; e com o auxílio de uma espátula metálica foi coletada cerca de 300g de amostras de solo a uma profundidade de 15 cm, sendo estas acondicionadas em sacos plásticos. Após as coletas, essas amostras foram levadas ao laboratório (LFZ/UFPI) onde foram processadas, utilizando a técnica de iscagem múltipla (MILANEZ, 1989).

Cerca de 30 ml da água coletada foi transferido para placas de Petri sendo a seguir adicionadas duas unidades de substratos celulósicos (palha de milho, sementes de *Sorghum* sp., epiderme de cebola, papel celofane e papel filtro), quitinosos (asa de cupim) e queratinosos (ecdise de cobra, fios loiros de cabelo humano e escama de peixe). Do solo coletado cerca de 30 gramas foram dispersados nas placas de Petri e dissolvidos com 40 ml de água destilada esterilizada, a seguir as iscas foram adicionadas às placas. As amostras foram incubadas a temperatura de 30–32°C, e a partir do 7º dia foram observadas ao microscópio óptico modelo BX41 para identificação de estruturas de oomicetos.

A manutenção das linhagens dos oomicetos foi realizada com a troca da água contida nas placas e com a adição de novos substratos em cada placa, a identificação foi realizada através da bibliografia especializada e descrições originais das espécies; a preservação dos oomicetos realizou-se com a incorporação destes à Coleção de Cultura no Laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (LFZ/UFPI).

## Fatores abióticos da água e do solo

Em cada fazenda foi mensurada a temperatura da água, do ar atmosférico e do solo. Para a temperatura da água utilizou-se um termômetro de mercúrio modelo Incotherm, com escala de 0° a 100°C, e para a temperatura do solo foi utilizado um termômetro digital. Foram coletados cerca de 500g do solo do talude de cada viveiro, e 500ml de água dos respectivos pontos, totalizando 10 pontos de coleta de água e solo em cada localidade, e 40 pontos totais, respectivamente de cada material. As amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis, e as amostras de água foram mantidas em freezer. A seguir esse material foi enviado ao Laboratório de Água e Solos da EMBRAPA Meio-Norte para a determinação de pH, e teores de nitrito, nitrato, ortofosfato e sólidos totais da água, e determinação de pH, teores de matéria orgânica, sendo a textura do solo classificada de acordo com os padrões internacionais de análise granulométrica (APHA, 1998; SILVA, 2009).

## Análise de fatores ecológicos

Após a identificação dos oomicetos, a abundância foi determinada pelo número de ocorrências estimadas com base na presença ou ausência dos táxons em cada tipo de isca utilizada no isolamento (LETCHER; POWELL, 2001; MARANO et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2011). De acordo com Zak & Willig (2004), foi calculada a frequência de cada coleta (F): número de unidades amostrais colonizadas pelo táxon/número de unidades amostrais examinadas X 100, onde cada coleta foi considerada uma unidade amostral. Além disso, foi feita a comparação das populações entre as fazendas pelo cálculo da riqueza de espécie (S), que corresponde ao número total de táxons.

Para a investigação acerca dos fatores que influenciam a ocorrência e distribuição de oomicetos nos ecossistemas, foram analisados os dados de pluviosidade, temperatura e umidade relativa de Teresina-PI, obtidos a partir do Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – BDMEP/INMET.

## Resultados e discussão

Em relação aos dados de ocorrência e distribuição dos 19 táxons pertencentes ao Filo Oomycota observou-se a predominância da família Saprolegniaceae com oito representantes. A tabela 1 apresenta a frequência e a abundância dos oomicetos isolados nos viveiros/fazenda de peixes. Nas fazendas 1 e 3 foi observada a ocorrência de 13 táxons em cada, as quais corresponderam a maior riqueza de diversidade em relação as demais. Na fazenda 3, foram quantificados 111 espécimes, sendo a que apresentou a maior abundância, seguida pela fazenda 2, com 68 isolados identificados, e a fazenda 4 foi a que apresentou menor riqueza (Tabela 1).

A abundância total foi representada por 301 espécimes. Dentre as espécies mais abundantes, *Pythiogeton ramosum* (33) foi predominante na estação seca, seguido por *Pythium ultimum* var. *sporangiferum* e *Aphanomyces keratinophilus* com 22 representantes cada. Na estação chuvosa *P. ramosum* (31), *A. keratinophilus* (28) e *Pythiogeton uniforme* (20) foram mais representativas. As espécies *Pythiogeton ramosum* e *Aphanomyces keratinophilus* foram as mais frequentes nas fazendas de piscicultura, 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* (fazenda 2), *Achlya prolifera*, *Aplanopsis terrestris* e *Brevilegnia longicaulis* (fazenda 3) e *Aphanomyces helicoides* (fazenda 1). *G. echinulatum* e *Phytophthora* sp foram espécies menos frequentes e representaram apenas a 0,33% dos isolamentos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Oomicetos (Oomycota) isolados de amostras de água e solo em viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. Jul/2014 a Maio/2015. AT= abundancia total, FT = Frequência total.

TÁXONS	F1	F2	F3	F4	A	FT (%)
<i>Leptolegniella keratinophila</i> Huneycut	2	4	5	-	11	3,66
<i>Globisporangium echinulatum</i> Matthew	-	-	-	1	1	0,33
<i>Pythium</i> grupo T	6	3	-	-	9	2,99
<i>Pythium ultimum</i> var. <i>sporangiferum</i> Drechsler	7	6	-	11	24	7,97
<i>Phytophythium palingenes</i> Drechsler	4	-	5	4	13	4,30
<i>Phytophthora</i> sp. de Bary	-	1	-	-	1	0,33
<i>Pythiogeton dichotomum</i> Tokun.	-	7	-	-	7	2,32
<i>Pythiogeton ramosum</i> Miden.	7	15	37	5	64	21,2
<i>Pythiogeton uniforme</i> Lund.	3	6	12	9	30	9,95
<i>Pythiogeton utriforme</i> Minden.	3	3	7	9	22	7,50
<i>Plectospira myriandra</i> Dreschler	2	-	1	-	3	0,99
<i>Achlya orion</i> Coker & Couch	3	8	9	2	22	7,50
<i>Achlya prolifera</i> Nees	-	-	2	-	2	0,65
<i>Achlya proliferoides</i> Coker.	5	7	6	3	21	6,97
<i>Aplanopsis terrestris</i> Höhnk	-	-	3	-	3	0,99
<i>Aphanomyces helicoides</i> Minden	2	-	-	-	2	0,65
<i>Aphanomyces keratinophylus</i> (Ôokubo & Kobayasi)	14	8	19	9	50	16,6
<i>Brevilegnia longicaulis</i> Johnson	-	-	3	-	3	0,99
<i>Dictyuchus</i> sp Leitg	3	-	2	8	13	4,30
<b>Abundância total (AT)</b>	<b>61</b>	<b>68</b>	<b>111</b>	<b>61</b>	<b>301</b>	
<b>Riqueza (S)</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	

Fonte: Saraiva; Rocha, 2016

Dos 19 táxons, seis desenvolveram-se apenas em amostras de solo (*Globisporangium echinulatum*, *Plectospira myriandra*, *Achlya orion*, *Achlya prolifera*, *Aphanomyces helicoides*, *Aplanopsis terrestris*), e dois táxons (*Phytophthora* sp, *Brevilegnia longicaulis*) manifestaram colonizações somente em amostras de água. Esse resultado corrobora com estudos de Gomes & Pires-Zottarelli (2006) que relataram a ocorrência de oomicetos exclusivamente na água ou no solo, porém argumentam que a maioria das espécies é comum nos dois ambientes, e difere de Miranda & Pires-Zottarelli (2012) no estudo com oomicetos realizado no Parque Estadual Serra da Cantareira, São Paulo, em que o táxon *Dictyuchus* sp ocorreu somente em amostras de água, e os demais ocorreram no solo e na água.

Na classificação dos táxons de acordo com a frequência, segundo a escala de Braun-Blanquet, obteve-se como resultado dois táxons ubíquos, um comum, cinco foram considerados frequentemente presentes, cinco escassos e seis táxons raros (Tabela 2). Em estudo de áreas de cerrado na região sudeste, Nascimento et al (2011) relataram a ocorrência de 14 espécies de oomicetos, dentre os quais *Pythiogeton ramosum* foi a espécie com maior frequência e abundância.

Quanto a avaliação dos componentes abióticos nos viveiros de piscicultura, observou-se que os valores médios de temperatura no período chuvoso (Dezembro a maio) em Teresina foi de 32,6 e de 35,6 C° na estação de seca (Junho a novembro). Neste estudo observou-se a

baixa precipitação acumulada mensal nos meses de Julho/2014 a Janeiro/2015, sendo esta uma característica do clima da cidade. A umidade relativa do ar teve média de 64% no período da realização das primeiras coletas, nos meses de julho a novembro, não sendo porém registrada nos meses seguintes (Tabela 3). Constatou-se que os microrganismos foram mais abundantes nos meses de janeiro e novembro, nos quais foi possível o isolamento de 73 e 80 espécimes, respectivamente.

A análise físico química da água e solo dos viveiros demonstrou que os componentes investigados atendem aos valores correspondentes para águas doces de classe II, em que se enquadra a aquicultura, segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA.

A temperatura é um dos fatores mais importantes na decomposição de nutrientes e desempenha um papel fundamental no controle do meio aquático e dos organismos cultivados (SCHOENLEIN-CRUSIUS, 1993; CETESB, 1995; JIAN et al., 2003; KUBTIZA, 2009; REBOUÇAS et al., 2014), sendo que seus efeitos podem interferir diretamente na composição química da água e do solo por retardar ou acelerar a decomposição da matéria orgânica. Observou-se que a temperatura média do solo e da água atingiu o maior valor (32,7 C° e 33,1 C°) na fazenda 4, as quais obtiveram uma amplitude de 3,2 C° no solo, e de 2,4 graus Celsius na temperatura da água (Tabela 4).

**Tabela 2.** Oomicetos isolados de amostras de água e solo em viveiros de piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil, segundo a frequência da Escala de Braun-Blanquet.

ESCALA	FREQUENCIA (%)	TÁXONS	TOTAL
UBÍQUOS	80,1 – 100	<i>Pythium ultimum</i> var. <i>sporangiferum</i> ; <i>Pythiogeton ramosum</i> Minden	2
COMUNS	60,1 – 80	<i>Aphanomyces keratinophylus</i> (Ôokubo & Kobayasi)	1
PRESENTES	40,1 – 60	<i>Phytopythium palingenes</i> Drechsler; <i>Pythiogeton uniforme</i> A. Lund.; <i>Pythogeton utriforme</i> Minden; <i>Leptolegniella keratinophila</i> Huneycutt; <i>Dictyuchus sp</i> Leitg.	5
ESCASSOS	20,1 – 40	<i>Pythiogeton dichotomum</i> Tokun; <i>Achlya prolifera</i> Nees <i>Achlya proliferoides</i> Coker; <i>Aphanomyces sp</i> de Bary <i>Plectospora myriandra</i> Drechsler	5
RARAS	0,1 – 20	<i>Pythium grupo T</i> <i>Globisporangium echinulatum</i> V.D.Matthews. <i>Phytophthora sp</i> de Bary <i>Aphanomyces helicoides</i> Minden <i>Aplanopsis terrestris</i> Höhnk <i>Brevilegnia longicaulis</i> Coker;	6
			19

Fonte: Saraiva; Rocha, 2016.

**Tabela 3.** Valores médios de Temperatura (°C), Umidade do ar, e Abundância (A) de oomicetos de quatro fazendas de piscicultura em Teresina – PI, no período de julho/2014 a maio/2015.

FAZENDAS	JUL/14	SET/14	NOV/14	JAN/1	MAR	MAI/15
Temp. máxima	34	37	36	34	32	32
Temp. mínima	21	22	23	23	23	22
Precipitação	1,4	7,9	39,7	69,2	250,7	115,5
Umidade relativa	66	66	60	-	-	-
Abundância	32	57	38	73	21	80

Fonte: INMET 2016, adaptado por Saraiva (2016).

No levantamento de organismos zoospóricos na Represa do Lobo (Broa) Pires-Zottarelli (1990) argumentou que a temperatura é um dos fatores mais importantes para a distribuição e ocorrência de microrganismos no ambiente, e relatou o maior número de táxons isolados na estação seca, de modo similar Nascimento et al (2011) também relataram mais representantes do filo Oomycota em área de cerrado no estado de São Paulo, no período seco. Porém na presente pesquisa verificou-se que a maior quantidade e diversidade de oomicetos foi encontrada na estação chuvosa, que manifestou índice de temperatura máxima 3 °C abaixo da média dos meses de verão.

Os valores do pH para os pontos de coleta de solo variou de 7,29 a 8,24, nas coletas de água variou de 7,03 a 7,41 (Tabela 4). O pH é uma variável importante para o meio ambiente pois seu valor pode ser determinante para os seres vivos uma vez que águas com baixo valor de pH podem apresentar acúmulo de detritos orgânicos e nos ambientes mais ácidos podem ser determinantes para a distribuição dos organismos no ecossistema, sendo os peixes os mais afetados e as algas, bactérias e fungos os menos afetados (ESTEVES, 2011).

**Tabela 4.** Valores médios ( $X^{\bar{}}$ ) das variáveis físico-químicas das fazendas de piscicultura (F1 a F4), no período de julho/2014 a maio/2015, em Teresina – PI. \*Valores em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para ambientes de águas doces de Classe 2.

VARIÁVEL	F1	F2	F3	F4	Limites da Resolução CONAMA 357/2005 Classe 2
Temperatura do solo (°C)	29,5	31,4	32,3	32,7	-
Matéria orgânica do solo (%)	1,75	1,73	1,85	1,91	-
pH do solo	7,29	8,15	8,48	8,24	6,0 a 9,0
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	5,02*	2,24*	2,14*	3,67*	Até 0,030 mg/L
Textura do solo	Areia Franca	Franco Arenoso	Franco Arenoso	Areia Franca	-
Temperatura da água (°C)	30,7	31,7	32,7	33,1	-
pH da água	7,41	7,03	7,07	7,30	6,0 a 9,0
Nitrito (mg/L)	0,002	0,009	0,024	0,022	Até 1,0 mg/L
Nitrato (mg/L)	0,064	0,0127	0,092	0,081	Até 10 mg/L
Ortofósforo (mg/L)	0,010	0,016	0,006	0,006	-
Sólidos totais (mg/L)	0,047	0,286	0,204	0,189	Até 500 mg/L

Fonte: EMBRAPA MEIO NORTE, adaptado por Saraiva, 2016.

Pesquisando a distribuição de oomicetos em ambientes aquáticos, Roberts (1963) constatou que a maior quantidade de espécies foi encontrada em pH neutro, enquanto outras foram encontradas apenas ambientes ácidos ou alcalinos. Nesta pesquisa observou-se que a fazenda 3 obteve o maior valor de pH para o solo e a fazenda 1, maior pH no compartimento água. Isso mostra que os oomicetos podem distribuir-se de acordo com esse parâmetro, uma vez que a riqueza das espécies foi maior nas fazendas com alto valor de pH, além disso os táxons encontrados nos ambientes ácidos podem também ter sido favorecidos pela ausência ou menor frequência de bactérias (DIX; WEBSTER 1995).

Em todas as fazendas os teores de fósforo encontravam-se acima da faixa limite preconizada pelo Conama. O fósforo é um composto químico importante para o ambiente, por ser o principal fator limitante de produtividade nos ecossistemas, podendo seu teor variar com a decomposição de nutrientes e efluentes. O acúmulo de fósforo nos viveiros pode influenciar na produção de plâncton e aumento da eutrofização nos viveiros, comprometendo a qualidade química e biológica do ambiente de cultivo, sendo portanto necessário atenção a esse parâmetro (JAMES, 1993; PIRES-ZOTARELLI, 1999; ALI et al., 2010; EUBA NETO et al., 2012).

Quanto a textura do solo, as fazendas 1 e 4 foram classificadas com solos de areia franca, e F2 e F3, com solos franco-arenosos. A textura do solo pode sofrer alterações pela decomposição metabólica dos microrganismos ou pelas práticas de manejo aplicadas, a característica granulométrica deve ser levada em consideração para a piscicultura, principalmente pela capacidade do solo em reter de água ou ser propenso à erosão (BAVER et al., 1973; LETEY, 1958; CAMPOS et al., 1999; CODEVASF, 2013).

Nos viveiros observou-se que não houve considerável variação para os valores de nitrito, nitrato, ortofosfato e sólidos totais, a homogeneidade desses fatores é uma característica importante pois influi no ambiente aquático e em condições adequadas para a criação de peixes em cativeiro. Essas características físico-químicas podem estar relacionadas a baixa densidade de cultivo praticada nas fazendas, o que contribui para uma pressão ambiental menor no sistema de criação, uma vez que os efluentes e os teores de compostos pesquisados serão menores (CODEVASF, 2010, 2013; AGRA et al., 2012; CARVALHO et al., 2014).

### **Considerações Finais**

No Brasil ainda há poucos estudos relacionados a ecologia de oomicetos. Os resultados desta pesquisa mostraram que os fatores abióticos de pH e temperatura podem ter sido determinantes na distribuição e ocorrência desses microrganismos nos ecossistemas, o que evidencia a importância da interação dos oomicetos com o ambiente e com outras comunidades de seres vivos, e ademais, demonstra a relevância do monitoramento dessas comunidades para a piscicultura. Portanto, é necessário que sejam realizadas mais pesquisas sobre esse grupo de microrganismos, buscando contribuir para a ampliação sobre o conhecimento da sua diversidade e ecologia.

### **Referências**

AGRA, J. U. M.; KLINK, J. K.; RODRIGUES, G. G. Monitoramento da Piscicultura em Reservatórios: Uma Abordagem Ecológica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, p. 1457-1472, 2012.

ALI, M.; HAYWARD, R. S.; BAJER, P. G.; WHITLEDGE, G. W. Maintenance/submaximum feeding schedules for reducing solid wastes and improving feed conversion in aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*, Hoboken, v. 41, n. 3, p. 319-331, 2010.

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 1998. 20th ed., p. 258.

BAPTISTA, F. R.; Pires-Zottarelli, C. L. A.; Rocha, M.; Milanez, A. I. The genus *Pythium* Pringsheim from Brazilian cerrado areas, in the state of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 27, n. 2, p. 281-290, 2004.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. Soil structure: classification and genesis. *Soil physics*. New York: John Wiley, p. 130-177, 1973.

BOOTH, T. Distribution of certain soil inhabiting chytrid and chytridiaceous species related to some physical and chemical factors. *Canadian Journal of Botany* v.49, n 10, p. 1743-1755, 1971.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Publicação DOU nº 53, de 18/03/2005, págs. 58-63. Brasília: MMA. CAMPOS, B.C.;

CAMPOS, B. C. REINERT, B. C.; NICOLODI, R.; CASSOL, L.C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 23, n. 2, p. 383-391, 1999.

CARVALHO, J. H.; SILVA, H. B.; PARRA, J. E. G.; MONKOLSKI, A. Aspectos da qualidade ambiental de pisciculturas do município de Laranjeiras do Sul. In: ANAIS DO SEMINÁRIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFFS (SEPE) & IV JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, v. 4, n. 1, 2014.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. 1995. São Paulo: CETESB, 241-260 p. (Série Relatórios).

CHINNABUT, S., Roberts R. J., WILLOUGHBY L. G., PEARSON M. D. Histopathology of snake head, *Channa striatus* (Bloch) experimentally infected with the specific *Aphanomyces* fungus associated with Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS) at different temperatures. *J. Fish. Dis.* 18:41-47, 1995.

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Manual de Criação de peixes em tanque-rede. Elaboração: Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS). Brasília, DF. 2010.

CODEVASF – Companhia do Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Manual de criação de peixes em viveiros. Editora Anáí Nabuco/Lettera Comunicação. Brasília, DF. 2013.

DICK, M. W. The occurrence and distribution of Saprolegniaceae in certain soils of South-East England. III. Distribution in relation to pH and water content. *Journal of Ecology*, Oxford, v. 51, p. 75-81, 1963.

DICK, M. W. Oomycota. In: MARGULIS, L.; CORLISS, J. O.; MELKONIAN, M.; CHAPMAN, D. J. **Handbook of Protoctista**. Boston: Jones and Bartlett, 1990.

DIX, N. J.; WEBSTER, J. *Fungal Ecology*. Chapman & Hall, Cambridge. 1995.

EL-HISSY, F. T.; ABD-ELAAH, G. A. Aquatic fungi from Egyptian soil (Upper Egypt). *Sydowia Annales Mycologici* v. 41, p. 150-159, 1989.

ELBA NETO M.; Silva, W. O.; Rameiro, F. C.; NASCIMENTO, E. S.; ALVES, A. S. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na bacia hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.79, n. 3, p. 397-403, 2012.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. Editora Interciências, 3ª ed., 2011.

GOMES, A. L.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A.; ROCHA, M.; MILANEZ, A. I. Saprolegniaceae de áreas de cerrado do estado de São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, v. 30, n. 2, p. 95-110, 2003.

GOMES A. L.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Diversidade de Oomycota da Reserva Biológica de Paranapiacaba, Santo André, SP: primeiras citações para o Brasil. *Rev. Bras. Bot.* v. 29, p. 569–577, 2006.

IBGE, Piauí, Teresina, infográficos: dados gerais do município <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=221100&search=||infogr%Elficos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>. Acesso 10 Fev 16.

JAMES, Albert et al. *An introduction to water quality modelling*. John Wiley and Sons Ltd., 1993.

JIAN, C.-Y.; CHENG, S.-Y.; CHEN, J.-C. Temperature and salinity tolerances of yellowfin sea bream, *Acanthopagrus latus*, at different salinity and temperature levels. *Aquaculture Research*, v. 34, n. 2, p. 175-185, 2003.

KIRK, P.M.; CANNON P.F.; MINTER D.W.; STALPERS J.A. *Dictionary of the Fungi*. (10 ed.). Wallingford, UK, 2008.

KUBITZA, Fernando. Manejo na produção de peixes. *Panorama da Aqüicultura*. Rio de Janeiro, v. 19, n. 14, p. 14-23, 2009.

LETCHER, P. M.; POWELL, M. J. Distribution of zoosporic fungi in forest soils of the Blue Ridge and Appalachian Mountains of Virginia. *Mycologia*, v. 93, p. 1029-1041, 2001.

LETEY, J. O. H. N. Relationship between soil physical properties and crop production. In: **Advances in soil science**. Springer New York, 1958. p. 277-294.

MANOHARACHARY, C.; REDDY, S. M. Syn-ecological studies on some pythiaceous fungi from Andhra Pradesh. **Indian journal of mycology and plant pathology**, 1975.

MARANO, A. V.; BERRERA, M. D.; STECIOW, M. M.; DONADELLI, J. L.; SAPARRAT, C. M. N. Frequency, abundance and distribution of zoosporic organisms from Las Cañas stream (Buenos Aires, Argentina). *Mycologia*, v. 100, n. 5, p. 691-700, 2008.

MARANO, A. V.; JESUS, A. L.; SOUZA, J. I.; JERÔNIMO, G. H. GONÇALVES, D. R.; BORO, M. C. ROCHA, S. C. O.; PIRES-ZOTTARELLI C. L. A. Ecological roles of saprotrophic Peronosporales (Oomycetes, Straminipila) in natural environments. *Fungal micology*, v. 19, p. 77-78, 2016.

MASTAN S. A. Incidents of Dermatomycosis in fishes of Lapur reserviour, Bhopal, (M.P.) *J Herbal Med. Toxicol.* v. 2, n. 1, p. 37-40, 2008.

MASTAN, S. A. Fungal infection in freshwater fishes of Andhra Pradesh, India. *African Journal of Biotechnology*, v. 14, n. 6, p. 530-534, 2015.

MER, G. S.; SATI, S. C.; KHULBE, R. D. Occurrence, distribution and seasonal periodicity of some aquatic fungi of Sat-Tal (Nainital), India. *Hydrobiologia*, v. 76, n. 3, p. 201-205, 1981.

MILANEZ, A. I. Aquatic fungi of the Cerrado region of São Paulo state I. First results. *Rickia*, v. 3, p. 97-109, 1968.

MILANEZ, A. I.; FIDALGO, O.; BONONI, V. L. Fungos de águas continentais. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico, p. 17-20, 1989.

MILANEZ, A.I. Diversidade no reino Stramenopila. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX.* São Paulo: FAPESP, v. 1, p. 65-68, 1999.

MILANEZ, A. I.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A.; GOMES, A. L. Brazilian zoosporic fungi. São Paulo: WinnerGraph, 2007.

MIRANDA, M. L.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Oomycetes from the "Parque Estadual da Serra da Cantareira", São Paulo, São Paulo State, Brazil. *Hoehnea*, v. 39, n. 1, p. 95-112, 2012.

MPA, Boletim estatístico da pesca e Aquicultura 2011. Ministério da Pesca e Aquicultura. [http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim\\_MPA\\_2011\\_pub.pdf](http://www.mpa.gov.br/files/docs/Boletim_MPA_2011_pub.pdf). Acesso 10 Fev 2016.

NASCIMENTO, C. A., Avaliação da diversidade de organismos zoospóricos da reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, 2010. Tese (Doutorado Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica de São Paulo.

NASCIMENTO, C. A.; GOMES, E. P. C.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Ocurrence and distribution of zoosporic organisms in water bodies from brazilian Cerrado. *Mycologia*, v. 103, n. 2, p.261-272, 2011.

NASCIMENTO, C. A.; GOMES, E. P. C.; Souza, J. I.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. zoosporic true fungi and heterotrophic straminipiles assemblages from soil of brazilian Cerrado areas. *Fungal Ecology*. v. 5, n. 2, p. 114-123, 2012.

PARK, D. The ecology of terrestrial fungi. *The Fungal Population: An Advanced Treatise*, 2013.

PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A.; MILANEZ, A. I. Fungos zoospóricos da Represa do Lobo ("Broa"). Novas citações para o Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 16, n. 2, p. 205-220, 1993.

PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Fungos zoospóricos dos vales dos rios Moji 3 Pilões, região de Cubatão, SP. 1999. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo.

PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Levantamento dos fungos zoospóricos da Represa do Lobo (Broa), São Carlos, SP. Rio Claro. 1990. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo.

REBOUÇAS, P. M.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; DIAS, I. F. Influence of thermal oscillation on pisciculture water. *JABB-Online Submission System*, v. 2, n. 2, p. 35-42, 2014.

REINBOLDT, B. On the distribution of some Phycomycetes in the soil. *Archiv fur Mikrobiologie*, Hiedelberg, v. 16, p. 177-200, 1951.

ROCHA, J. R. S. Fungos Zoospóricos em área de Cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROCHA, J.R.S.; SOUSA, N.D.C; NEGREIROS, N.C.; SANTOS, L.A.; PEREIRA, A.A.; SALES, P.C.L. & TRINDADE-JÚNIOR, O.C. The genus *Pythiogeton* (Pythiogetonaceae) in Brazil. *Mycosphere*, v. 5, n. 5, p. 623–634. 2014. Teresina, PI.

ROCHA, J. R. S.; MACÊDO M. A. M. First record of *Brevilegnia longicaulis* Johnson (Saprolegniales) in Brazil. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, v. 5, n. 2, p. 78-81, 2015.

ROBERTS, R. E. A Study of the distribution of certain members of Saprolegniales. *Transactions of the British Mycological Society*, v. 46, n° 2, p. 213-224, 1963.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H. Sucessão fúngica em folhas de *Alchornea triplinervea* (Spreng.) M. Arg em ambientes aquático e terrestre, na Mata Atlântica, Reserva biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, SP. 1993. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Instituto de Biociências, Universidade Estadual de São Paulo.

SILVA, F. C. (Ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

YU, Y.; MA, G.; WANG, Y. L. Taxonomic studies on the genus *Pythium* from Yunnan Province of China. *Acta Botanica Yunnanica*, v. 9, n. 2, p. 129-152, 1987.

WEBSTER, J.; WEBBER, R. Introduction to fungi. Cambridge University Press, 2007.

WILLOUGHBY, L. G. The ecology of some lower fungi at Esthwaite Water. *Transactions of the British mycological Society*, v. 44, n. 3, p. 305-332, 1961.

WILLOUGHBY, L. G. The ecology of some lower fungi in the English Lake District. *Transactions of the British Mycological Society*, v. 45, n. 1, p. 121-136, 1962.

WILLOUGHBY, L. G. A study of the distribution of some lower fungi in soil. *Nova Hedwigia*, v. 7, n. 1/2, p. 133-150, 1964.

ZAK, J.C.; WILLIG, M.R. Fungal biodiversity patterns In: Mueller, G.M.; Bills, G.F. & Foster, M.S. (eds.) *Biodiversity of fungi*. Elsevier Academic Press, p. 59-75, 2004.

**ARTIGO III**

---

**OOMICETOS PATOGÊNICOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA,  
PIAÚÍ\***

\*Artigo submetido à Revista Brasileira de Educação Ambiental – RevBEA ISSN: 1981-1764.

## OOMICETOS PATOGÊNICOS EM VIVEIROS DE PISCICULTURA EM TERESINA, PIAUÍ

**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 trabalho teve o objetivo de identificar oomicetos no solo e na água em viveiros de piscicultura em Teresina-Piauí, destacando as espécies com potencial patogênico a peixes. Foram identificados 19 táxons, dos quais seis têm registros de patogenicidade a peixes; com destaque para as espécies *Achlya orion*, *Achlya proliferata*, *Achlya proliferoides*, *Aphanomyces helicoides* e *Dyctyuchus* sp. Nos viveiros não foram encontrados peixes parasitados por oomicetos, porém a identificação desses microorganismos deve servir de alerta para os piscicultores.

Palavras-chave: Oomycota, peixe, ictiopatologia, manejo ambiental.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o crescimento notável da piscicultura no Brasil é considerado um destaque econômico, ainda mais pelo incentivo dessa atividade por meio de políticas públicas que facilitam e dão suporte ao cultivo em cativeiro, contribuindo para a dinamização da economia do país, e consolidação e crescimento do setor aquícola nacional (KUBITZA, 2005, p.15; CORRÊA et al., 2010, p.76; FAO, 2015, p.8;).

A piscicultura faz parte do setor produtivo primário e têm uma grande importância socioeconômica principalmente no âmbito do pequena propriedade, 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, ONO, 2010, p.14; MOURA et al., 2014, p.1283).

Dentre os problemas que atingem a viabilidade econômica da piscicultura, a susceptibilidade dos cultivares às diversas doenças fúngicas que atacam tecidos, órgãos e os ovos dos peixes, vem ocasionando grandes prejuízos para os produtores (ZIMMERMANN et al., 2001, p.123; VERMA, 2008, p.62; AFZALI et al., 2015, p.1038). Espécies de peixes da família Cyprinidae, do gênero *Cyprinus* sp. (L.1758), que no Brasil é muito utilizada para a criação em cativeiro, têm sido relatadas como altamente suscetíveis às infecções por Oomicetos (ROBERTS et al., 1989, p.85; PRADHAN et al., 2008, p.108; 2014, p. 1711; PANTOJA-LIMA, 2015, p36.).

Os Oomicetos são microrganismos cosmopolitas encontrados em ambientes aquáticos ou terrestres, são muito parecidos com os fungos porém filogeneticamente são diferentes destes, e são classificados no Reino Stramenopila, filo Oomycota (ALEXOPOULOS et al., 1996; KIRK et al., 2008). Os Oomicetos se destacam como parasitas oportunistas em diversas espécies de importância econômica, geralmente ocasionam infecções secundárias em peixes com ferimentos, que apresentam alguma ictiopatologia bacteriana, ou naqueles que estão sujeitos a ambientes de estresse ocasionado pelas más condições de cultivo e manejo (VICKIE et al., 1999, p.98; CODEVASF, 2013a, p.106; YADAV et al., 2015, p.71).

Existem vários relatos de oomicetos como agentes infecciosos em peixes marinhos, de água doce e em crustáceos, tanto em sistemas de criação em cativeiro como em ambientes naturais (WILLOUGHBY et al., 2006, p.273; KIZIEWICZ, 2004, p.80; MARANO et al., 2011, p.20; NSONGA et al., 2013, p.5; BEAKES et al., 2014, p.50; MASTAN et al., 2015b, p.530; YADAV et al., 2015, p.71). A síndrome epizootica ulcerativa e a saprolegniose, causadas por diferentes espécies de Oomicetos são doenças muito graves que manifestam infecções significativas principalmente na piscicultura (MASTAN, 2008, p.37, 2015b, p.530.; 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 e distribuição geográfica e as alterações que podem ocasionar no meio ambiente (MILANEZ et al., 2007, p.112;; ROCHA, et al., 2010a, p.171; 2014, p.624; STECIOW, et al., 2012, p.2).

Este trabalho buscou identificar Oomicetos ocorrentes em viveiros de piscicultura em Teresina-Piauí, destacando aquelas espécies que possuem potencial patogênico a peixes, contribuindo para as boas práticas de manejo com informações aos piscicultores sobre os danos que estes organismos podem causar e as condições suscetíveis ao seu desenvolvimento, além de medidas sustentáveis para a prevenção e controle de ictiopatologias em sistemas de criação em cativeiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

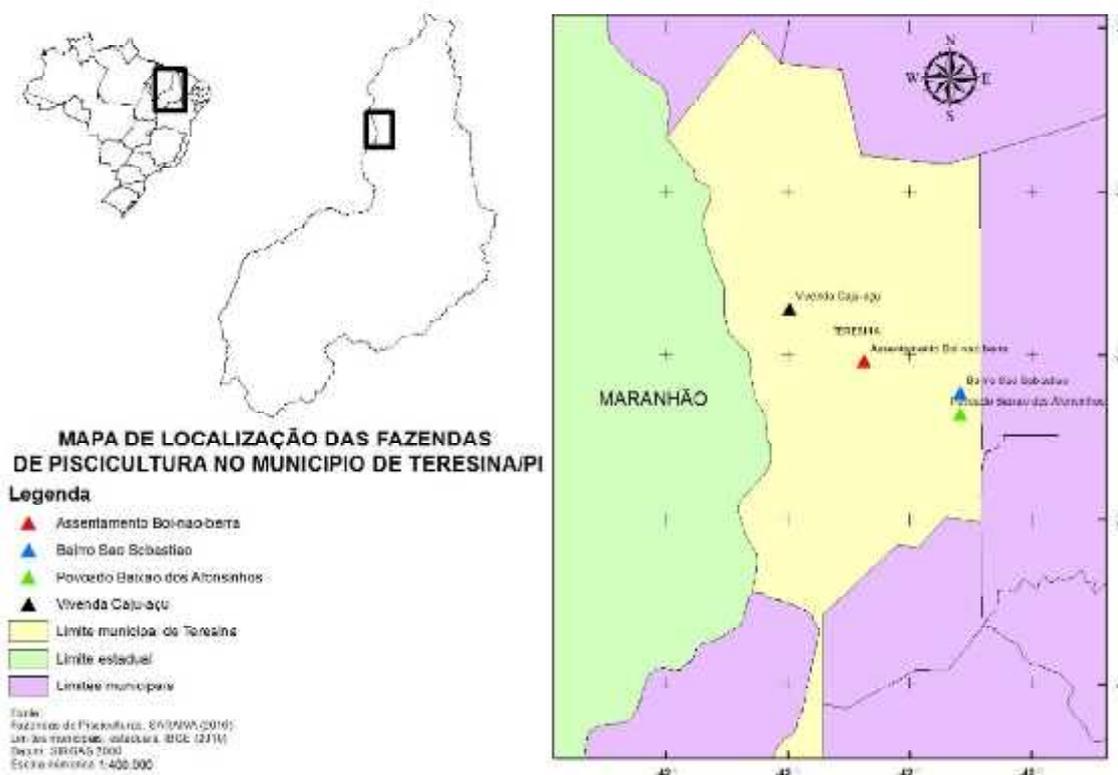
Foram pesquisadas quatro fazendas de piscicultura que produzem comercialmente tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier 1818), localizadas em Teresina, Piauí (fig. 1). Para a investigação sobre as populações de Oomicetos, foi utilizado o método de isolamento desenvolvido por MILANEZ, 1989, p.17.

Em frascos de Wheaton, previamente identificados, foram coletados cerca de 100 ml de água e com a utilização de uma espátula metálica esterilizada, 250 g de solo foram coletadas e armazenadas em sacos de polietileno identificados. A seguir as amostras foram levadas para o Laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (LFZ/UFPI) para a análise.

Em laboratório, as amostras de água foram dispersadas 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). As 30 g do solo foram colocadas em placas de Petri e dissolvidas em água destilada esterilizada, a seguir foram adicionados os substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos. As placas de Petri foram incubadas em temperatura ambiente (30°C - 32°C) durante sete dias, e após esse período as iscas foram examinadas ao microscópio de luz (Olympus BX-41).

Foi realizada a identificação taxonômica e a pesquisa de potencial patogênico, com auxílio da literatura especializada; as culturas selecionadas foram depositadas na coleção de organismos zoospóricos do LFZ/UFPI.

Figura 1: Localização das Fazendas de piscicultura no município de Teresina, Piauí.



Fonte: Coelho; Saraiva, 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise das iscas colonizadas, 19 táxons de Oomicetos foram identificados, destes foi possível observar a ocorrência de espécies pertencentes às ordens Leptomitales, Pythiales e Saprolegniales, distribuídas nas famílias Leptolegniaceae (1), Pythiaceae (5), Pythiogetonaceae (4), Leptolegniaceae (1) e Saprolegniaceae (8). *Aplanopsis terrestris* é a primeira citação para o Brasil e *Brevilegnia longicaulis*, a segunda (Tabela 1).

Dentre os Oomicetos isolados nesta pesquisa, seis espécies foram citadas na literatura como agentes patógenos em peixes de ambientes naturais ou criados em cativeiro. Dentre as famílias em que os Oomicetos foram classificados, Saprolegniaceae foi a que registrou o maior número de espécies (8), seguida da família Pythiaceae (5). (Quadro 1).

Os primeiros casos de parasitoses surgiram no século XVIII (ARDERON, 1748, p.321), anos mais tarde muitos outros trabalhos científicos registraram casos de infecções em peixes e seus ovos (SATI, KHULBE 1983, p.588; FRASER et al., 1992, p.175; HATAI, HOSHIAI 1992, p.533; ROBERTS et al 1993, p.175; CHINNABUT et al., 1995, p.42; KHULBE et al., 1995, p.72; MASTAN 2008, p.37; REKA, QURESHI, 2012, p.184). 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 outros tecidos e órgãos internos (SHANOR, SASLOW, 1944, p.414; KITANCHAROEN, HATAI, 1996, p.49; KIZIEWICZ, 2004b, p.91; KUBITZA, 2005, p.15; CHAUHAN, 2014, p.426).

A praga do lagostim, a granulomatose micótica, a doença da mancha vermelha e a síndrome epizootica ulcerativa (SUE) são doenças 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, p. 176; WILLOUGHBY, ROBERT, 1994, p.237; SAMUI et al., 2007, p.29; NSONGA et al., 2013, p.5; KUMAR et al., 2015, p.22).

Tabela 1. Lista dos Oomicetos isolados de viveiros em fazendas de piscicultura em Teresina, Piauí.

---

CHROMISTA (STRAMENOPILA *pro parte*)

OOMYCOTA

LEPTOMITALES

LEPTOLEGNIELLACEAE

*Leptolegniella Keratinophila* Huneycutt

PYTHIALES

PYTHIACEAE

*Globisporangium echinulatum* Matthew

*Pythium* grupo T

*Pythium ultimum* var. *sporangiiferum* Drechsler

*Phytopythium palingenes* Drechsler

*Phytophthora* sp. de Bary

PYTHIOGENOTACEAE

*Pythiogeton dichotomum* Tokum

*Pythiogeton ramosum* Minden

*Pythiogeton uniforme* Lund

*Pythiogeton utrifforme* 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 Leitg

---

\*primeira citação para o Brasil

\*\*segunda citação para o Brasil

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

GÊNERO	POTENCIAL PATOGENICO	ESPÉCIES	REGISTRO DE PATOGENICIDADE
<i>Achlya</i>	Causa a Saprolegniose, a Síndrome Epizoótica ulcerativa em peixes, podridão na beterraba e a praga do lagostim;	<i>A. orion</i>	Saprolegniose em ovos, brânquias e tecidos de peixes (KIZIEWICZ, 2004b 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, 2015a, p.530)
		<i>A. proliferoides</i>	Saprolegniose em tilápias (CHAUHAN 2014, p.426;)
<i>Aphanomyces</i>	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; SRIVASTAVA 1976, p.613).
		<i>A. keratinophilus</i>	<b>Sem registro</b>
<i>Dictyuchus</i>	Saprolegniose em peixes de viveiros	<i>Dictyuchus sp</i>	Saprolegniose em ovos de Carpa comum, brânquias e peixes de viveiros (SHANOR, SASLOW, 1944, p.414; KUBITZA, 2005, p.5)

Fonte: Rocha; Saraiva, 2016.

A partir da análise dos substratos de colonização em laboratório observou-se que dentre os 301 espécimes identificados na água e no solo, a maior quantidade de Oomicetos ocorreu no solo com 208 isolamentos, representando 69,1% das ocorrências. Dos 19 táxons identificados, 18 estavam presentes no solo, representando 94,7% da diversidade, e 13 foram iscados no compartimento água, que corresponderam a 68,42% das espécies (Tabela 2).

Algumas espécies do gênero *Pythium* (KIRK et al., 2008) são responsáveis por inúmeras parasitoses em seres aquáticos, atingindo crustáceos e peixes doentes ou submetidos a ambientes propensos a estresse físico (SCOTT; O'BIER, 1962, p.10; PLAATS-NITERINK, 1981, p.242; PICKERING; WILLOUGHBY, 1982, p.42). *Pythium diclinum* é um conhecido parasita de algas verdes (BATKO, 1975), ademais esse oomiceto também foi observado parasitando ovos de Carpa (*Carassius carpa*) (CZECZUGA, MUSZYŃSKA, 1999, p.60), além disso também descrito em algas na Alemanha por Schenk (1859, p.20), e identificado na Índia parasitando guelras de algumas espécies de peixes (SATI; KHULBE 1983, p.588).

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; FT: Frequência total.

Táxons	Água		Solo		ATt	FT (%)
	A	F (%)	A	F (%)		
<i>Leptolegniella 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 grupo T</i>	3	3,22	6	2,88	9	2,99
<i>Pythium ultimum</i> var. <i>sporangiiferum</i>	5	5,38	19	9,13	24	7,97
<i>Phytophythium 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>Plectospira 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 terrestres</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
<b>ABUNDÂNCIA TOTAL</b>	<b>93</b>		<b>208</b>		<b>301</b>	<b>100</b>
<b>DIVERSIDADE TOTAL</b>	<b>13</b>		<b>18</b>		<b>19</b>	

Fonte: Rocha; Saraiva, 2016.

Mastan (2015, p.530) corrobora que animais aquáticos, principalmente os criados sobre regime de confinamento como na aquicultura/piscicultura, estão sujeitos a diversas infecções parasitárias, a exemplo da Saprolegnirose, doença causada pelos gêneros *Achlya*, *Dictyuchus* e *Saprolegnia*, do filo Oomycota (KUBITZA; KUBITZA, 2000, p.52).

Chinabut et al. (1995, p. 43) e Hatai et al. (1994, p.97) reportaram episódios de patogenicidade a peixes por espécies do gênero *Aphanomyces*. Uma das ictiopatologias mais graves é a Síndrome Ulcerativa Epizootica (SUE), essa doença provocada pelo *Aphanomyces invandans* atinge tanto peixes do ambiente natural quanto peixes mantidos em cativeiro. Nos Estados Unidos a Síndrome ulcerativa foi registrada pela primeira vez em 1984 e culminou na mortandade de muitos peixes que habitavam regiões próximas à costa (DYKSTRA et al. 1986, p.666), anos após foram registrados novos casos da síndrome causada pelo *A.invandans*, quando este microrganismo foi isolado em 21 espécies de peixes estuarianos (SOSA et al., 2007, p.16).

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 o *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 viviam do pescado e de sua comercialização (FAO, 2009). Nos anos seguintes os monitoramentos realizados pela equipe de vigilância sanitária da Universidade de Zâmbia continuaram a ser realizados, e apesar de se notar que a taxa de infecção nos peixes havia diminuído de 50 para 5 por cento, havia necessidade de estudos mais específicos para se determinar a área afetada, a intensidade da doença nos peixes e os riscos ambientais e biológicos que essa doença poderia acarretar (NSONGA et al., 2013, p.4).

Ao investigar ictiopatologias causadas por oomicetos em peixes de água doce, Mastan (2015, p.531) obteve um total de 17 isolados fúngicos pertencentes aos gêneros *Saprolegnia* e *Achlya*, os quais corresponderam a cinco espécies (*Saprolegnia diclina*, *S. ferax*, *S. hypogyana*, *S. parasitica*, e *Achlya americana*). Neste estudo verificou-se um intenso crescimento micelial, e todas essas espécies de oomicetos demonstraram ser potencialmente patogênicas, ocasionando a morte de todos os peixes num intervalo entre 24 e 96 horas.

Também já houve casos de parasitoses por oomicetos no continente europeu, por exemplo, em ambientes lacustres da Polônia (CZECZUGA, et al., 2010, p.336) constataram a ocorrência de 16 espécies de oomicetos parasitando a pele de piranhas e peixes herbívoros. A pesquisa registrou a ocorrência de espécies de oomicetos mais difíceis de serem encontrados e considerados raros dentre as quais se destacaram a *Olpidiopsis saprolegniae*, *Saprolegnia litoralis*, *S. salmonis*, *Pythium diclinum* e o *P. torulosum*.

No Brasil ainda não havia registros sobre o levantamento de oomicetos em criatórios de peixes em cativeiro, mostrando assim a importância de serem realizados mais estudos sobre esse grupo de microrganismos. Nas fazendas investigadas observou-se que não houve registro de patogenicidade das espécies de Oomicetos encontradas, porém foram encontradas espécies com potencial patogênico. Isso deve servir de alerta para os piscicultores uma vez que muitos representantes desse grupo de microrganismos está adaptada a vários ecossistemas e apresenta um nicho diversificado sendo capaz de nutrir-se de diferentes fontes. Dessa maneira os piscicultores devem estar atentos às parasitoses por Oomicetos para que em caso de registro de ictiopatologias possam agir de maneira rápida utilizando-se de medidas profiláticas para seu combate.

Com finalidade de informar aos piscicultores sobre os cuidados básicos relacionados ao equilíbrio ecológico ambiental dos viveiros, a partir dos dados obtidos nesta pesquisa foi elaborado um folheto informativo com instruções de cuidados, práticas e técnicas de manejo referentes à produção de peixes em cativeiro. Para a elaboração do folheto foram utilizadas informações obtidas de diversos artigos científicos, manuais de criação de peixes em cativeiros e pareceres técnicos de órgãos especializados. Para a melhor compreensão do conteúdo foi utilizada a linguagem simples e de fácil assimilação, assim como ilustrações e fotografias que ajudassem os criadores a perceberem de forma rápida alguma alteração em suas produções (Figura 2).

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

(1 L de formalina/10 L d'água) e/ou com cloro 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: aplicação de cal virgem. (Foto: Sérgio Augusto, 2015)



**Elaboração**  
Lábris de Sousa Saraiva  
Núcleo em Desenvolvimento e Meio Ambiente  
TROPENPRODEMA/UFPI  
E-mail: labris@prodema.ufpi.br

Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha  
Orientador: rrocha@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 tem 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 inchados e mortos;
- Aparecimento de "tufo de algodão" nas gueltras;
- Descoloração no dorso, hemorragias na cauda ou cabeça dos peixes;
- Perca de escamas e morte sem causa aparente

**EXEMPLOS DE PARASITÓSES:**



Parasitose causada como "tufo de algodão"



A. Úlcera provocada por somatití, B. Peixe com despigmentação dorsal, C. Oomiceto *Saprolegnia* sp, D. Vermes com pêlos matos por mancha inflamatória.

**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 viveiro (eutroficação);
- 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 puaças devem ser lavados 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%

O texto do folheto iniciou com uma introdução referente ao crescimento da piscicultura no Brasil e sua importância nutricional e socioeconômica, a seguir foi tratado sobre a importância dos oomicetos como parasitas em peixes e as consequências que podem ocasionar aos sistemas de criação. No segundo item foram divulgadas as características de infecção em peixes sugestivas de parasitoses por oomicetos (KUBTIZA 2005, p.15; 2010, p.14). O terceiro item abordou sugestões relacionadas à manutenção de viveiros escavados, taxa de ração e despesa, 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 (CODEVASF, 2013a, p.106; 2013b, p.16; EMBRAPA, 2015; MPA, 2014).

Os folhetos foram entregues aos piscicultores com os quais foi realizada esta pesquisa, e à Associação de Piscicultores do Estado do Piauí. No momento da entrega dos folhetos foi feita uma breve explicação oral sobre as informações apresentadas.

## REFERÊNCIAS

AFZALI S.F, HASSAN M. D., SHARIFPOUR I, AFSHARNASAB M, SHANKAR S. Experimental Infection of *Aphanomyces invadans* and susceptibility in seven species of Tropical fish. **Veterinary World** 8(9): 1038-1044pp. Set/2015.

ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. New York: John Willey & Sons, Inc. 865p. 1996.

ARDERON W. The Substance of letter from Mr. William Arderon, F.R.S., **Phil. Trans. Res. Soc.** 45 (487):321-323pp. 1748.

BATKO, A., Hydromycology: an overview. Warszawa: PWN. [In Polish].1975.

BEAKES, G.W., HONDA, D. & THINES, M. Systematics of the Straminipila: Labyrinthulomycota, Hyphochytriomycota, and Oomycota. *In*: McLaughlin, D.J. & Spatafora, J.W. (Eds.) *The Mycota VIII Part A*. Springer Verlag, Berlin, 39–97pp. jul/2014 <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-55318-93>. Acesso em 02 Fev 2016.

CHAUHAN, R. Fungal attack on *Tilapia mossambicus* in culture ponds, leading to mortality of fishes. **International Journal of Pharma Sciences and Research**, 2014; 5(7): 425-428 pp. Jun/2014.

CHINNABUT, S., Roberts R. J., WILLOUGHBY L. G., PEARSON M. D. Histopathology of snake head, *Channa striatus* (Bloch) experimentally infected with the specific *Aphanomyces* fungus associated with Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS) at different temperatures. **J. Fish. Dis.** 18:41-47pp. Jan/1995.

CODEVASF, **Manual de criação de peixes em viveiro**. Brasília, DF. Editora Anaí Nabuco/Lettera Comunicação. 2013a.

CODEVASF, **Manual de criação de peixes em Tanques-rede**. Brasília, DF. Ed. Codevasf, 2ªed. 68 pp, 2013b.

CORRÊA, R. O.; MOTA, D. M. M; MEYER, G. Tipologia da Piscicultura Familiar no Nordeste Paraense. **Agrotropica**. Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, Brasil. 22(2): 75-88 pp, Novembro/2010.

CZECZUGA, B. and MUSZYŃSKA, E., Aquatic fungi growing on the eggs fishes representing 33 cyprinid taxa (Cyprinidae). **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, vol. 29, 53-72pp. 1999.

CZECZUGA, B., GODLEWSKA, A., MAZALSKA, B. AND MUSZYŃSKA, E. Straminipilous organisms growing on herbivorous pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) and carnivorous piranha (*Pygocentrus nattereri*) from Poland. **Braz. J. Biol.** vol.70 n<sup>o</sup>.2 São Carlos Mai/2010.

DYKSTRA, M. J.; NOGA, E. J.; LEVINE, J. F.; MOYE, D. W.; Characterization of the *Aphanomyces* species involved with ulcerative mycosis in menhaden. **Mycologia**, v.78. 664–672 pp. Jul-Ago/1986.

EMBRAPA, PESCA E AQUICULTURA, Melhoramento de Espécies Aquícolas com foco na Resistência a Doenças. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136151/1/CNPASA2015doc17.pdf> f. Acesso 05 Fev 2016.

FAO. Report of the international emergency disease investigation task force on a serious fish disease in Southern Africa, 18-26 Mai/2007, FAO, Rome, Italy, pp 70. 2009.

FAO. Food outlook: biannual report on global food markets. Rome: FAO, 2015. 8p. <http://www.fao.org/3/a-i5003e.pdf> Acesso 04 Fev 2016.

FRASER, G. C.; MILLAR, S. D.; CALDER, L. M. *Aphanomyces* species associated with red spot disease: An ulcerative disease of estuarine fish from eastern Australia. **Journal Fish Diseases**. v.15. 173–181 pp. 1992.

HATAI, K. Studies on pathogenic agents of saprolegniasis in fresh water fishes. **Spec. Rep. Nagasaki Pref. Inst. Fish**, v.8, 1-95 pp, 1980.

HATAI, K. 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. 240–272 pp. 1989.

HATAI, K., HOSHIAI, G. Saprolegniasis in cultured Coho Salmon. **Fish Pathol.** 11:233-234.1992.

HATAI, K., NAKAMURA, K., RHA S.A. YUASA, K, WADA, S. *Aphanomyces* infection in the dwarf Gourami (*Colisa lalia*). **Fish Pathol.** 29:95-99pp. Tokio Japan. Jan/1994.

KIRK, P.M., CANNON P.F., MINTER D.W. & STALPERS J.A. **Dictionary of the Fungi**. 10<sup>a</sup> ed., CABI Bioscience, Wallingford, 2008.

KITANCHAROEN, N, HATAI, K. Experimental infection of *Saprolegniasis* spp. In Rainbow trout eggs. **Fish Pathology**, 31(1), 49-50 pp. Ago/1996.

KIZIEWICZ, B. Aquatic fungi and fungus-like organisms in the bathing sites of the river Supraśl in Podlasie Province of Poland. **Mycologia Balcanica**. v. 1, p. 77–83, 2004.

Disponível em: [http://www.mycobalcan.com/FT\\_1\\_2\\_01.pdf](http://www.mycobalcan.com/FT_1_2_01.pdf). Acesso em: 31 de jan. 2016.

KIZIEWICZ, B. 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. Torún, Poland**, v. 49, 85-95pp, Set/2004b.

KUBITZA, F. KUBITZA, L.M.M., **Panorama da Aquicultura**. Vol 10, nº 60. Jundiaí, SP, Julho/agosto, 2000.

KUBITZA, F. Antecipando-se às Doenças na Tilápiocultura. **Revista: Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, RJ, vol. 15, nº 89. 15-23pp, mai/jun 2005.

KUBITZA, F; ONO, E. Piscicultura familiar como ferramenta para o desenvolvimento e segurança alimentar no meio rural. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, RJ, vol. 117, n. 20, p.14-23, jan/fev 2010.

KHULBE R.D., JOSH, C., BISHT G.S. Fungal Diseases of fish in Nanak Sagar, Nainital, India. *Mycopathology* 130:71-74. Jan/1995.

KUMAR, V.; ROY, S.; BARMAN, D. Effect of *Mikania cordata* (Burm) B. L. Robins on Nonspecific Immuni Response of *Catla catla* (Hamilton, 1822) Against *Aphanomyces invadans*. **Fishery Technology**. India, 52 (2015): 20-25 pp. Set/2015.

MARANO, A.V., PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A., GLEASON, F.H., NEUHAUSER, S. & STECIOW, M.M. 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, 1–55 pp.

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. <http://www.mpa.gov.br/index.php/pesca>. Acesso 20 Jan 2016.

MASTAN, S.A. Incidents of Dermatomycosis in fishes of Lapur reserviour, Bhopal, (M.P.) **Journal Herbal Med. Toxicol.** V.2,n.1, 37-40pp. 2008.

MASTAN, S. A.; BEGUN, S. A.; OSMAN AHMED, MD.; SHAMSHAD, S. Mycotic infection in some economically important freshwater fishes. **World Journal of Farmacy and Phamaceutical sciencie**. v.4, n.11, 1449-1456 pp. Out/2015a.

MASTAN, S. A. Fungal infection in freshwater fishes of Andhra Pradesh, India. **African Journal of Biotechnology**, v. 14(6), 530-534pp, Jan/2015b.

MILANEZ A.I. Distribuição de fungos de águas continentais. In Fidalgo O, Bononi VL (Coords), **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Série Documentos**. Instituto de Botânica São Paulo, Brasil, 17-20pp. 1989.

MILANEZ, A. I., PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A., GOMES, A. L. **Brazilian zoosporic fungi**. São Paulo, SP. 113p, 2007.

MOURA, R. T.; LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, G. G. 2014. Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no Semiárido do Rio Grande do Norte. **Química nova**, Mossoró – RN, Brasil, nº 8, v. 37, 1283-1288pp. Jul/2014.

NSONGA, A., MFITILODZE, W., SAMUI, K. L., SIKAWA, D. Epidemiology of Epizootic Ulcerative Syndrome in the Zambezi River System. A case study for Zambia. **HVM Bioflux** 5(1):1-8pp, Mar/2013.

OIE, 2015. Epizootic ulcerative syndrome. In: **Manual of diagnostic tests for aquatic animals**, pp.1–13, (Chapter 2.3.2), 2013. <http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health%20standards/aahm/2010/2.3.02%20EUS.pdf>. Acesso 29 Jan 16.

PANTOJA-LIMA, J.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, A.T.; ARAÚJO, R. L.; SILVA JUNIOR, J. A. L.; ARIDE, P. H. R. Pró-Rural aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do Estado do Amazonas, Brasil. **NEXUS Revista de Extensão do IFAM**, Amazonas, AM, v. 01, 35-45pp, Abr/2015.

PLAATS-NITERINK, A. J. V. **Monograph of genus Pythium**. Studies in Mycology, n. 21. 1-242pp. 1981.

PICKERING, A. D. & WILLOUGHBY, L. G. Saprolegnia infection of salmonid fish. In: 50th Annual Report, Institutes of freshwater Ecology. **Windermere Laboratory, England**. 38-48pp.Mar/1982.

PRADHAN, P.K., MOHAN, C.V., SHANKAR, K.M. AND MOHANA KUMAR, B. 2008. Infection experiments with *Aphanomyces invadans* in advanced fingerlings of four different carp species, **Diseases in Asian Aquaculture VI**. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, pp. 105-114, 2008.

REKHA, C., QURESHI, T. Fungal infection of fishes: Parasitic fungi and its role in fish diseases. **Lap. Lambert Academic Publishing**, p.184. 2012.

ROCHA, J. R. S; RODRIGUES, E. P.; VIANA, H. S.; SILVA, H. S. V. P.; SOUSA, L. M. A.; BARROS, B. S. V. 2010a. Distribuição geográfica de *Aphanodictyon papillatum* Huneycutt ex Dick (Saprolegniales) no Brasil. **Acta botânica Malacitana**. (25) 171-176 pp, Out/2010a.

ROBERTS, R.J., WOOTTEN, R., MACRAE, I., MILLAR, S. AND STRUTHERS, W. Ulcerative disease survey, Bangladesh. **Final Report to the Government of Bangladesh and the Overseas Development Administration**. Institute of Aquaculture, Stirling University, Scotland. 85p. 1989.

ROBERTS R. J., WILLOUGHBY L. G., CHINNABUT, S. Mycotic aspects of Epizootic Ulcerative Syndrome (EUS) of Asian fishes. **J. Fish Dis**. 16:169-183. Mai/1993.

SAMUI, K. L., 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, 29p, Out/2007.

SATI, S. C., KHULBE R. D. *Pythium gracile*, as parasite on fish gills. **Indian Phytopathology**, vol. 36, p. 587-588. 1983.

SCHENK, A. Algologische Mittheilungen. *Pythium* Pringsh. *Verhandlungen der Physikalisch-medicinische Gesell-Schaft in Würzburg*. vol. 9, p. 12-31. 1859.

SCOTT W. W., O'BIER, A. H. Aquatic Fungi Associated with Diseased Fish and Fish Eggs. **The Progressive Fish-Culturist**. Vol. 24, nº1, 1962.

SHANOR, L. & SASLOW. H. B. *Aphanomyces* as a fish Parasite. Published by: Mycological Society of America Article Stable. **Mycologia**, v. 36, nº 4, 413-415pp, junho/Agosto/1944 URL:<http://www.jstor.org/stable/3754756> Acesso 19 Jan 2016.

SOSA, E.R., LANDSBERG, J.H., STEPHENSON, C.M., FORSTCHEN, A.B., VANDERSEA M.W., LITAKER R.W. *Aphanomyces invadans* and ulcerative mycosis in estuarine and freshwater fish in Florida. **J. Aquat Anim Health** 19:14–26pp. Jan/2007.

SRIVASTAVA G. C.; SRIVASTAVA, R. C. A note on the destruction of the eggs of *Cyprinus carpio* var. *Communis* by the members of Saprolegniaceae., **Scientific Culture**. 42: 612–614 pp. 1976.

STECIOW MM, MILANEZ AI, PIRES-ZOTTARELLI CLA, MARANO AV, LECTHER PM, VÉLEZ CG. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids status of knowledge in South America. **Darwiniana**, v.50 (1), San Isidro junho. 2012. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0011-67932012000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0011-67932012000100002&script=sci_arttext) Acesso em 04.02.2016.

VERMA, V. 2008. Fungus disease in fish, diagnosis and treatment. **Veterinary World**. Izatnagar, Bareilly, Índia. v. 1(2): 62p. Fev/2008.

VICKIE B.; SCOTT P.; EDWARD P. Fish health, fungal infections, and Pfiesteria: The role of the U.S. Geological Survey. **Fact sheet (Geological Survey (U.S.))**; 98-114pp. 1999. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/fs/1998/0114/report.pdf>

Acesso 13 Jan 2016.

WILLOUGHBY, L. G.; ROBERT, R. J. Improved methodology for isolation of the *Aphanomyces* fungal pathogen of epizootic ulcerative syndrome (EUS) in Asian fish. **Journal Fish Diseases**. 17: 237–248 pp. Set/1994.

WILLOUGHBY, L. G.; ROBERTS, R. J.; CHINABUT, S. ***Aphanomyces invaderis* sp. nov., the fungal pathogen of freshwater tropical fish affected by epizootic ulcerative syndrome** *Journal of Fish Diseases* v.18, nº 3, 273–276 pp, Abr/2006.

YADAV, M. K.; PRADHAN, K. P.; SOOD, N.; CHAUDHARY. D. K.; VERMA, K. D. CHAUHAN, U. K.; PUNIA, P. JENA, J. K. Innate immune response against na oomycete pathogen *Aphanomyces invadans* in common carp (*Cyprinus carpio*), a fish resistant to epizootic ulcerative syndrome. **Acta Tropica** 155, 71–76pp, dez/2015.

ZIMMERMANN, S., MOREIRA H.L.M., VARGAS L., RIBEIRO R.P. **Fundamentos da Moderna Aquicultura**. Canoas, RS, Editora Ulbra, 2001.

## 5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

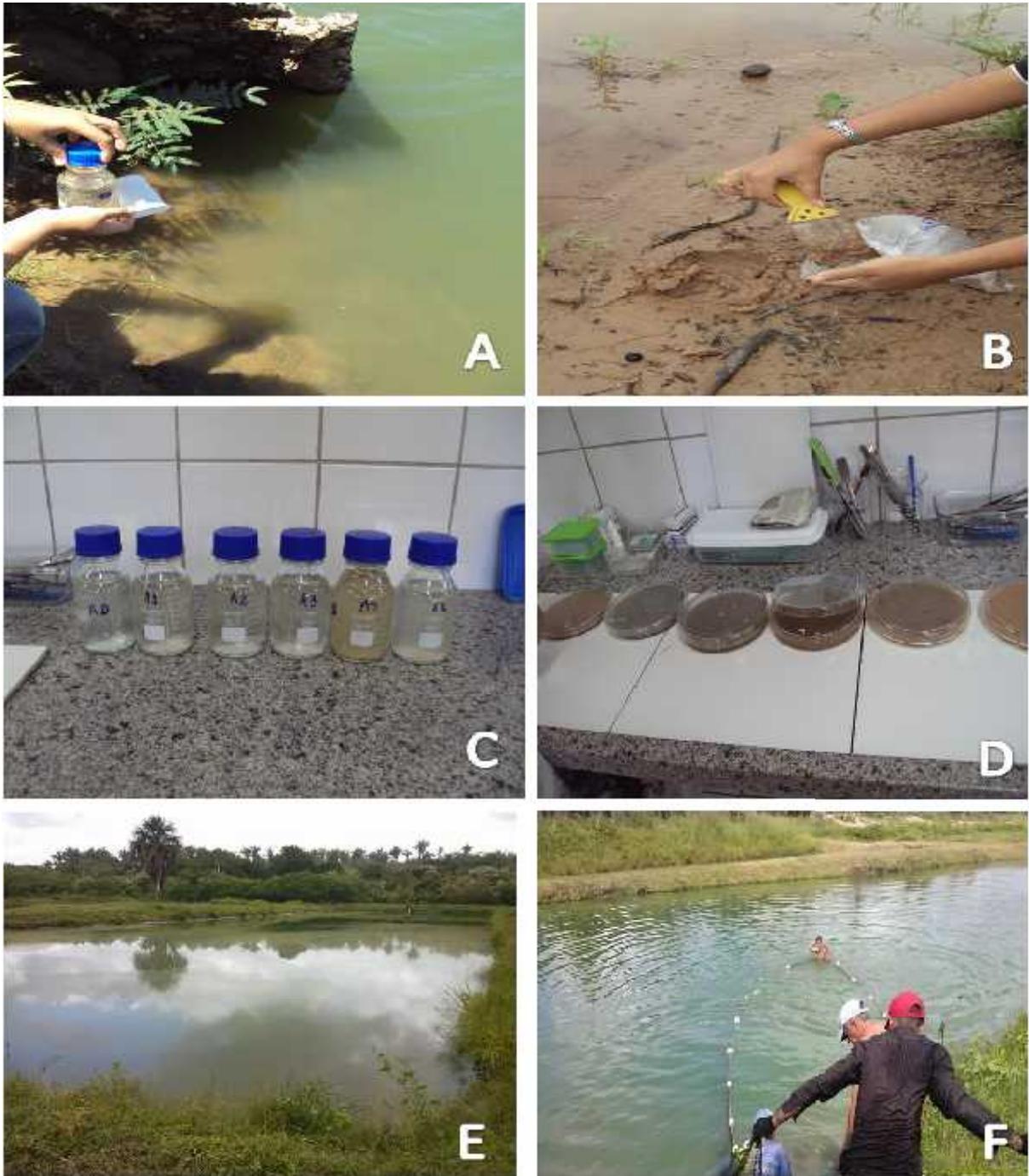
Por meio da técnica de iscagem e isolamento foi possível a obtenção de 301 espécimes distribuídos em 19 táxons do filo Oomycota (Reino Stramenopila). Quanto aos dados de ocorrência e distribuição dos táxons pode ser observado que houve predominância da família Saprolegniaceae com 8 espécies, com destaque para *Aplanopsis terrestris*, que foi a primeira citação para o Brasil, e *Brevilegnia longicaulis*, segunda ocorrência. A família Pythiaceae foi representada por 5 espécies, e das 4 espécies de representantes da família Pythiogetonaceae registradas para o Brasil, todas foram encontradas nos viveiros de piscicultura em Teresina, com a predominância de ocorrência e abundância de *P. ramosum* nas estações seca e chuvosa.

Esta pesquisa revelou que a análise dos fatores ambientais, como a temperatura e o potencial hidrogeniônico podem estar relacionados à ocorrência e distribuição das populações de Oomicetos nos ecossistemas, evidenciando que há uma grande necessidade da ampliação das pesquisas referentes ao filo Oomycota em regiões tropicais, com o objetivo de verificar a importância desses microrganismos nas relações com outros seres vivos, sua ecologia e as alterações que podem causar no ambiente.

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

**APÊNDICE**

**APÊNDICE I: COLETA DE ÁGUA E SOLO NAS MARGENS DOS CRIATÓRIOS ESCAVADOS NA CIDADE DE TERESINA - PI**



**Figura 1:** A – Coleta de água em recipientes de vidro; B – Coleta de solo com auxílio de espátula metálica e acondicionamento do solo em sacos plásticos estéreis; C – Recipientes de vidro contendo água coletada nos viveiros identificados por ponto de coleta; D – Amostras de solo em placas de Petri dissolvidas em água destilada esterilizada; E - vista parcial do criatório 1; F – Momento da despesca pelo método de arraste.