



PRODEMA
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO 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

JOSEANE LUSTOSA MACHADO

**A “INVISÍVEL” DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA), USOS E
QUALIDADE DA ÁGUA DO COMPLEXO AÇUDE JOANA EM PEDRO II, PIAUÍ**

TERESINA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ (UFPI)
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PRPG)
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)

JOSEANE LUSTOSA MACHADO

**A “INVISÍVEL” DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA), USOS E
QUALIDADE DA ÁGUA DO COMPLEXO AÇUDE JOANA EM PEDRO II, PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/TROPEN/UFPI), como requisitos à obtenção do 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
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho

TERESINA - PI

2017

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

- M149i Machado, Joseane Lustosa.
A “invisível” diversidade de Oomicetos (oomycota), usos e qualidade da água do Complexo Açude Joana em Pedro II, Piauí / Joseane Lustosa Machado. – 2017.
176 f.
- Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, 2017.
“Orientação: Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha.”
1. Ecossistemas Aquáticos. 2. Índice de Qualidade da Água. 3. Fungos *Lato Sensu*. 4. Percepção Ambiental. I. Silva, Carlos Ernando da. II. Carvalho, Denis Barros de. III. Título.

CDD 33.91

JOSEANE LUSTOSA MACHADO

**A “INVISÍVEL” DIVERSIDADE DE OOMICETOS (OOMYCOTA), USOS E
QUALIDADE DA ÁGUA DO COMPLEXO AÇUDE JOANA EM PEDRO II, PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/TROPEN/UFPI), como parte dos requisitos à obtenção do 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
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva
Coorientador: Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho

Teresina, 21 de Fevereiro de 2017.



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



Prof. Dr. Antonio Cardoso Façanha
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA/UFPI/PRPPG/TROPEN)
Membro Interno



Prof. Dra. Mitra Mobin
(CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPI)
Membro Externo



Prof. Dr. Nelson Jorge Carvalho Batista
(FACULDADE SANTO AGOSTINHO)
Membro Externo (Suplente)



Prof. Dra. Elaine Aparecida da Silva
Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
(PRODEMA/UFPI/PRPPG/TROPEN)
Membro Interno (Suplente)

“Todas as vossas coisas sejam feitas com amor.”

1 Coríntios 16,14

AGRADECIMENTOS

Á Deus, meu refúgio e guia que permitiu trilhar essa caminhada...

Á Santa Terezinha do Menino Jesus, “mandai vossa chuva de rosas”.

A CAPES, UFPI e PRODEMA/TROPEN por promover e oportunizar a realização deste mestrado.

A meu orientador José de Ribamar de Sousa Rocha pela confiança e ensinamentos.

Aos coorientadores, Carlos Ernando da Silva e Denis Barros de Carvalho pelas contribuições para execução desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, por compartilharem seu conhecimento, auxiliando na construção de um pensamento crítico.

A Sra. Marildete, Sr. Batista, Sr. Raimundo e Zezinho pela presteza no dia-a-dia do TROPEN.

Aos membros da banca pelas contribuições para o aprimoramento desta pesquisa.

A Turma 2015-2017 do mestrado e Turma 2015-2019 do doutorado pelos momentos compartilhados.

Aos colaboradores do Laboratório de Micologia/Fungos Zoospóricos, Laboratório de Saneamento e Laboratório de Física da UFPI.

Ao João Victor Amorim pela confecção dos mapas.

Aos meus Mestres e Amigos Divamélia, Érico e Nelson, meus incentivadores e por me apresentarem à Pesquisa e Pedro II.

Sr. Adalberto e Dona Dalva pela presteza em Pedro II.

Ao Alison dos Reis, Igor Magno, Marta Lustosa, José Ribeiro, Geisla, Tamyres Rios, Soraia Lustosa, Nelson Jorge e Isaac Bruno pelo auxílio nas coletas em campo.

Aos participantes da entrevista pela receptividade e enorme contribuição para execução dessa pesquisa.

Aos meus pais, minha base e minhas irmãs, pelo apoio em todos os momentos.

Aos meus familiares pela torcida.

Aos amigos de longa data e aos que ganhei nessa caminhada, pelo incentivo.

Obrigada!

RESUMO

Este estudo objetivou identificar a diversidade de oomicetos, destacando as espécies patogênicas, além de analisar a qualidade e o uso da água do Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí e sua relação com a população utilitária. Para o estudo da diversidade de oomicetos utilizou-se a Técnica de Iscagem Múltipla, com identificação no Laboratório de Micologia/Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí e posterior levantamento bibliográfico do potencial patogênico na literatura. Para a definição dos usos da água foram realizados levantamento bibliográfico de documentos oficiais e observação *in loco*. As análises físico-químicas e microbiológicas da água foram realizadas no Laboratório de Saneamento da UFPI. Aliado a essas análises, foram realizadas entrevistas com formulário semiestruturado com 27 informantes, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI (CAAE: 55837616.5.0000.5214). Registrou-se 96 ocorrências de 24 táxons, com destaque para *Dictyuchus sterile*, *Myzocytiopsis zoophthora* e *Plectospira gemmifera* primeiras citações para o Brasil e *Achlya americana* e *Brevilegnia subclavata* como primeiras para o Piauí. Entre os táxons relatados, existem espécies com potencial patogênico para culturas agrícolas e peixes, que em condições de desequilíbrio ambiental e presença de espécies suscetíveis, podem interferir nos usos da água para irrigação e atividade de pesca. A qualidade da água conforme o IQA/CETESB está classificado de “Razoável” a “Ótimo”, contudo outras variáveis apresentam valores superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, especialmente o fósforo, um indicativo do lançamento de efluentes. Esta realidade é constatada nas entrevistas realizadas, pois segundo os informantes, as águas estão “sujas” devido ao lançamento de efluentes e resíduos sólidos, que tem como destino final o açude Joana. Em relação aos micro-organismos, o tamanho reduzido não inviabiliza sua percepção. Os entrevistados não apresentam um conhecimento que os distinguem, mas sabem da existência de organismos “invisíveis” aos olhos, que podem ser benéficos para o ambiente, mas também podem provocar doenças. Esta pesquisa revela que os recursos hídricos estão sendo utilizados de forma insustentável, gerando riscos para a saúde e para o desenvolvimento local, comprometendo a biodiversidade, em especial dos micro-organismos, pois não se compreende as relações estabelecidas entre estes e a água contaminada. É essencial a implantação de um sistema de esgotamento sanitário, com a promoção pelo poder público de educação ambiental e sanitária, com vistas a sensibilizar a população para minimizar os riscos a saúde e a conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Ecossistemas aquáticos. Índice de qualidade da água. Fungos *lato sensu*. Percepção ambiental.

ABSTRACT

This study aimed to identify the diversity of oomycetes, highlighting the pathogenic species, as well as to analyze the water quality and use of the Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí and its relation with the population that uses. For the study of the diversity of oomycetes, the multiple baiting technique was used, with identification in the Laboratory of Mycology / Zoosporic Fungi of the Federal University of Piauí and later bibliographical survey of the pathogenic potential in the literature. For the definition of water uses, a bibliographical survey of official documents and observation *in loco* was carried out. The physical-chemical and microbiological analyzes of the water were carried out in the Sanitation Laboratory of the UFPI. In addition to these analyzes, interviews were conducted with a semistructured form with 27 informants, approved by the Research Ethics Committee of the UFPI (CAAE: 55837616.5.0000.5214). It was recorded 96 occurrences of 24 taxa, with emphasis on *Dictyuchus sterile*, *Myzocytiopsis zoophthora* and *Plectospora gemmifera*, the first citations for Brazil and *Achlya americana* and *Brevilegnia subclavata* as the first for Piauí. Among the taxa reported, there are species with pathogenic potential for agricultural crops and fish, which in conditions of environmental imbalance and the presence of susceptible species, can interfere in the uses of water for irrigation and fishing activity. The water quality according to IQA / CETESB is classified as "Reasonable" to "Optimum", but other variables present values higher than the limit established by CONAMA Resolution 357/2005, especially phosphorus, an indication of sewage discharge. This reality is verified in the interviews conducted, according to the informants, the waters are "dirty" due to the launch of effluents and solid waste, which has as final destination the Açude Joana. In relation to microorganisms, the reduced size does not impair their perception. Interviewees do not present a knowledge that distinguishes them, but they know of the existence of organisms "invisible" to the eyes, which may be beneficial to the environment, but can also cause disease. This research reveals that water resources are being used in an unsustainable way, generating risks for health and local development, compromising biodiversity, especially of microorganisms, because the relations between them and contaminated water are not understood. The implementation of a sanitary sewage system, with the promotion by the public power of environmental and sanitary education, in order to sensitize the population to minimize the risks to health and the conservation of natural resources.

Keywords: Aquatic ecosystems. Water Quality index. Fungi *sensu lato*. Environmental perception.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização geográfica do município de Pedro II, PI e área de estudo	30
Figura 2 – Trecho do Rio Corrente no município de Pedro II – PI	31
Figura 3 – Altitude dos pontos amostrais no município de Pedro II – PI	31
Figura 4 – Nascente Bananeira no município de Pedro II – PI	32
Figura 5 – Açude Joana no município de Pedro II – PI	33
Figura 6 – Precipitação em 2016 e média histórica 2005-2015	34

Artigo I

Figura 1 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. <i>Aphanomyces helicoides</i> . a. Ramos anteridiaes formando espirais helicoides em oogônio, pedúnculo e hifas. b. Oogônio terminal com anterídios monóclinos. c-d. <i>Aphanomyces keratinophilus</i> . c. Zoosporângio filamentosos com zoósporos encistados. d. Oogônio com oósporo aplerótico e anterídio monóclino. e-f. <i>Aphanomyces</i> sp. e. Hifas colonizando larva de inseto; f. Zoosporângio filamentosos com zoósporos encistados	49
Figura 2 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. <i>Plectospira gemmifera</i> . a. Gemas abundantes e de diferentes formas, esféricas ou piriformes. b. Gema terminal com um tubo de liberação. c. Zoosporângio lobulado. d. Tubo de liberação com zoósporos enfileirados no momento da liberação. e. Oogônio com oósporo único atracado por um anterídio f. Oogônio com oósporo único atracado por vários anterídios	50
Figura 3 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. <i>Plectospira myriandra</i> . a. Zoosporângio lobulado, formando complexos. b. Zoosporângio lobulado vazio. c. Zoosporângio com tubo de liberação. d. Zoósporos encistados, com liberação aclióide. e. Liberação de zoósporos. f. Oogônios com oósporo único com e sem anterídios	51
Figura 4 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. <i>Leptolegniella keratinophyla</i> . a. Esporos de resistência abundantes. b. Esporos de resistência com parede espessa e grande glóbulo refrativo central. c-f. <i>Myzocytiopsis zoophthora</i> . c. Zoosporângios com formato irregular em <i>Lecane</i> sp. d. Oogônio com oósporo com célula anteridial. e. Oogônio esférico de paredes espessas e com grande glóbulo refrativo central. f. Oogônio em corpo de hospedeiro <i>Lecane</i> sp.	52
Figura 5 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. <i>Olpidiopsis</i> sp. a. Micorriza parasitada; b. Zoosporângio com tubo de liberação de zoósporos atravessando a	

parede do esporo do hospedeiro; c. Zoosporângio vazio em esporo do hospedeiro; d. Vários zoosporângios produzidos no esporo do hospedeiro; e. Zoosporângios globosos e esféricos com conteúdo granular em esporo do hospedeiro; f. Oósporo de parede espessa, lisa e conteúdo granular 53

Figura 6 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Phytophthora palmivora*. a. Zoosporângios ovóides com papila. b. Zoosporângio com tubo de liberação. c. Zoosporângios com liberação de zoósporos. d. Zoosporângios em arranjo simpodial. e. Zoosporângios com proliferação interna. f. Clamidósporo terminal globoso 58

Figura 7 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. *Globisporangium echinulatum*. a. Zoosporângio globoso e terminal. b. Oogônio com ornamentações espinhosas e oósporo com parede lisa. c-d. *Globisporangium mamillatum*. c. Zoosporângio terminal globoso; d. Oogônio com ornamentações cônicas obtusas ou mamiformes; e-f. *Globisporangium ultimum*. e. Zoosporângio subgloboso terminal; f. Oogônio globoso liso com anterídio monóclino, originando abaixo do oogônio 59

Figura 8 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-c. *Phytopythium palingenes*. a. Zoosporângio globoso liso. b. Zoosporângio com proliferação interna. c. Oogônio e oósporo com anterídio com células irregulares. d-f. *Phytopythium vexans*. d. Zoosporângio globoso com liberação de zoósporos do tipo pitióide. e. Oogônio atracado por células anteridiaais em forma de sino, monoclinos. f. Oogônio e oósporos apeleróticos 60

Figura 9 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b *Pythiogeton dichotomum*. a. Zoosporângios terminais ramificados dicotomicamente; b. Zoosporângio dicotômicos, esféricos cheio e vazio. c-d. *Pythiogeton ramosum*. c. Zoosporângio busiforme. d. Zoosporângio busiforme com tubo de liberação curto. e-f. *Pythiogeton uniforme*. e. Zoosporângio terminal. f. Zoosporângio terminal com tubo de liberação 61

Figura 10 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Achlya americana*. a. Oogônios abundantes. b. Oogônios com oósporos em maturação. c. Oogônios com pedúnculo curto. d. Oogônio com dois oósporos excêntricos de tamanhos diferentes, esféricos com poros. e. Oogônio e anterídios monoclinos. F. Oogônio com célula anteridial tubular simples 62

Figura 11 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. *Achlya flagellata*. a. Zoosporângio filiforme com liberação aclióide de zoósporos. b. Oogônios terminais com anterídios díclinos com atração por projeções. c-d. *Achlya orion*. c. Oogônio com anterídio monoclinos. d. Oogônio com pedúnculo curvo. e-f. *Achlya proliferoides*. e.

Anterídio com ramos anteridiaais envolvendo a hifa vegetativa, oogônio e pedúnculo. f. Ramos anteridiaais envolvendo hifa vegetativa 63

Figura 12 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Brevilegnia subclavata*. a. Zoosporângios e oogônios abundantes. b. Zoosporângio subclavato. c. Oogônio esférico com oósporo excêntrico. d. Oogônio com pedúnculo longo. e. Anterídio andrógino atacando oogônio. f. Glomérulo com associação de oogônio, hifas e anterídios 64

Figura 13 – Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-c. *Dictyuchus* sp. a. Zoosporângios com porção distal mais longos que a proximal. b. Liberação dictiíode de zoósporos. c. “Rede” formada pela parede do zoosporângio com cistos dos zoósporos secundários. d-f. *Dictyuchus sterile*. d. Zoosporângio fino e longo. e. Zoosporângio com ramificação e liberação de zoósporos. f. Zoósporos liberados 65

Artigo II

Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Pedro II, PI 72

Figura 2 – Correlação da precipitação e temperatura com a abundância total de oomicetos do Complexo Açude Joana 76

Figura 3 – Correlação do pH, turbidez e temperatura com a abundância de oomicetos no compartimento água 77

Figura 4 – Correlação do pH, turbidez e temperatura com a abundância de oomicetos no compartimento água 78

Figura 5 – Correlação da condutividade elétrica com a abundância de oomicetos no compartimento água 78

Figura 6 – Correlação da temperatura do solo com a abundância de oomicetos 79

Artigo III

Figura 1 - Localização dos pontos de coleta no Complexo Açude Joana 85

Artigo IV

Figura 1 – Distribuição por gênero e faixas etárias dos entrevistados 103

Figura 2 – Nível de escolaridade dos entrevistados 104

Figura 3 – Gráfico das profissões dos entrevistado 104

Figura 4 – Gráfico da renda dos entrevistados 105

Figura 5 – A qualidade da água na percepção dos entrevistados 106

Figura 6 – Nuvem de palavras dos usos do Açude Joana 109

Figura 7 – Nuvem de palavras usos dos mananciais	110
Figura 8 – Definição de fungos pelos entrevistados	114
Figura 9 – Ambiente onde os fungos são encistados segundo os entrevistados	115
Figura 10 – Tamanho dos fungos segundo os entrevistados	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das águas doces no Brasil	20
Tabela 2 – Peso dos parâmetros utilizado no IQA da CETESB	22
Tabela 3 – Faixas de variação do IQA	22
 Artigo I	
Tabela 1 – Pontos de coleta no Complexo Açude Joana, Pedro II, PI, Brasil	44
Tabela 2 – Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana	46
 Artigo II	
Tabela 1 – Táxons isolados de amostras de água e solo no Complexo Açude Joana, Pedro II, PI, Brasil	73
Tabela 2 – Espécies identificadas no solo e água	74
Tabela 3 – Diversidade Oomycota em substratos, em amostras de água e solo	75
Tabela 4 – Média e desvio-padrão de variáveis físico-químicos dos pontos de coleta	77
 Artigo III	
Tabela 1 – Peso dos parâmetros utilizados para o cálculo do IQA	86
Tabela 2 – IQA médio e desvio padrão do Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí	87
Tabela 3 – Descrição dos pontos de coleta e usos observados no Complexo Açude Joana	88
Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos e biológicos e classificação segundo CONAMA, nos pontos de coleta do Complexo Açude Joana	89
Tabela 5 – Potencial patogênico de oomicetos isolados no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí	91
 Artigo IV	
Tabela 1 – Grupos temáticos sobre o motivo da criação do Parque	111
Tabela 2 – Grupos temáticos das respostas sobre a concordância da criação do Parque	111
Tabela 3 – Oomicetos, modo de vida e potencial patogênico de isolados no Complexo Açude Joana	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Proteção Ambiental
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IQA	Índice de Qualidade da Água
NFS	National Foudation Sanitation
OD	Oxigênio dissolvido
pH	Potencial hidrogeniônico
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TCLE	Termo de consetimento livre e esclarecido
UFPI	Universidade Federal do Piauí

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Reservatórios artificiais	17
2.1.1	Múltiplos usos e classificação dos corpos d'água.....	19
2.1.2	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	21
2.1.3	Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água.....	23
2.2	Importância e diversidade de Oomicetos	25
2.3	A “invisibilidade” da biodiversidade e a percepção ambiental	27
2.4	Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí	29
	REFERÊNCIAS	35
3	METODOLOGIA, RESULTADO E DISCUSSÃO	42
3.1	Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil	43
3.2	Aspectos ecológicos de comunidades de Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí	69
3.3	Qualidade da água, usos e potencial patogênico de oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II - Piauí	82
3.4	A “invisibilidade” dos oomicetos e a percepção socioambiental de comunidade na bacia do rio Corrente, Pedro II, Piauí, Brasil	98
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE ENTREVISTA	123
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	124

APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DOS USOS DA ÁGUA.....	125
APÊNDICE D – ARTIGO: GÊNERO MYZOCYTIOPSIS.....	126
APÊNDICE E – ARTIGO: GÊNERO OLPIDIOPSIS.....	143
APÊNDICE F – ORGANOGRAMA: TÉCNICA DE ISCAGEM MÚLTIPLA....	171
ANEXO A – NORMAS: REVISTA PESQUISAS, BOTÂNICA.....	172
ANEXO B – NORMAS: REVISTA GAIA SCIENTIA.....	173
ANEXO C – NORMAS: REVISTA ELETRÔNICA DO PRODEMA.....	175
ANEXO D – NORMAS: REVISTA DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE.....	176

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes de água doce naturais e artificiais são ecossistemas complexos, habitat para uma variedade de organismos de diferentes grupos taxonômicos, que estão com sua integridade e qualidade comprometidas em virtude do processo de ocupação desordenada e da falta de investimentos em saneamento básico, colocando em risco a diversidade biológica.

Os usos múltiplos da água como atividades recreacionais, lançamentos de esgotos e atividades desenvolvidas em suas margens, com o ingresso de agrotóxicos e resíduos provocam alterações na qualidade da água armazenada, com impactos sobre os organismos aquáticos e riscos sanitários para os seus usuários (BRASIL, 2005a).

A avaliação da qualidade hídrica desses ecossistemas não deve se resumir a um monitoramento periódico, mas em acompanhamento sistemático dos múltiplos usos d'águas, pois a disponibilidade em qualidade e quantidade adequadas é fundamental nos processos de desenvolvimento econômico e social de uma comunidade (BRITO et al., 2012).

Os ecossistemas aquáticos são ecologicamente influenciados pela ação dos fungos, bactérias e organismos heterotróficos “estraminipilas”, incluindo os oomicetos. Estes atuam na decomposição de substratos orgânicos de origem animal ou vegetal, e servem de alimento para o zooplâncton (VORONIN, 2008), sendo a composição dessas comunidades afetada por fatores bióticos e abióticos (CIMINELLI et al., 2014).

O Filo Oomycota apresenta algumas similaridades com os fungos “*stricto sensu*”, como o mesmo nicho ecológico e características morfofisiológicas. Eles dependem da água em pelo menos algum momento do ciclo de vida, porém existem representantes que podem habitar ambientes terrestres, como solos úmidos ou na falta de umidade podem ocorrer sob a forma de resistência (ALEXOPOULOS et al., 1996).

Estes organismos apresentam um elevado potencial adaptativo, sendo encontrados em ambientes preservados e/ou impactados, essenciais na ciclagem de nutrientes podendo acumular e/ou degradar materiais tóxicos, auxiliando a desintoxicação dos ambientes (BÄRLOCHER; KENDRICK, 1974; CHRISTENSEN, 1989). Estudos sobre a influência da poluição na ocorrência e distribuição dos oomicetos revela que os mesmos são afetados e a diversidade de espécies tende a reduzir, aumentando o número de indivíduos de espécies menos sensíveis (PIRES-ZOTTARELLI, 1990; ROCHA, 2004).

Portanto, ressalta-se a importância de estudos sobre esse grupo de organismos nos mais variados ecossistemas naturais e artificiais devido a sua exposição a estressores naturais e antrópicos, cujos mecanismos e efeitos cumulativos sobre a biota são pouco compreendidos

(FLORES-LOPES et al., 2010), com destaque especial aos açudes na região semiárida que apresentam-se mais suscetíveis a degradação em virtude da baixa circulação hídrica e da renovação de suas águas (CASTRO et al., 2009).

O município de Pedro II, no Estado do Piauí, encontra-se em área de incidência da seca, no perímetro do semiárido brasileiro. Com a finalidade de abastecer a cidade foi construída a Barragem Joana, que barra o Rio Corrente. Batista et al. (2016) relatam que a carga excessiva de poluentes orgânicos e inorgânicos que o Açude Joana recebeu ao longo de décadas, de origem doméstica, industrial e agrícola, provocou danos genotóxicos à biota aquática. Alterações nesse ambiente comprometem o desenvolvimento regional, já que o açude é a principal fonte de abastecimento do município.

Neste contexto, questiona-se: como se apresenta a diversidade de oomicetos e sua relação com a qualidade e os usos da água? Existem espécies com potencial patogênico e geram riscos para os múltiplos usos da água? Como é a relação da população utilitária com a “invisível” diversidade de oomicetos e os recursos hídricos?

Nesta situação, definimos as seguintes hipóteses: os múltiplos usos da água alteram a qualidade e a diversidade de oomicetos. Existem espécies com potencial patogênico, mas que não geram riscos aos usos da água. A população utilitária desconhece a existência destes organismos “invisíveis” e utiliza os recursos hídricos de forma insustentável.

Esta pesquisa se justifica pelo Complexo Açude Joana constitui-se como principal fonte de abastecimento público, também utilizado na irrigação e pesca, contudo a falta de saneamento básico torna o açude Joana o receptor final dos efluentes da cidade. Ausência de estudos sobre os oomicetos nesta localidade, que está inserida na APA da Serra da Ibiapaba, zona de transição entre os biomas caatinga e cerrado, região semiárida de intenso fluxo turístico.

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em: analisar a diversidade de oomicetos (oomycota) com destaque aos táxons com potencial patogênico no Complexo Açude Joana em Pedro II – PI, considerando seus múltiplos usos, a qualidade da água e a percepção da população utilitária da invisível diversidade e dos recursos hídricos. Como objetivos específicos: identificar os oomicetos da água e do solo no complexo do Açude Joana em Pedro II – PI; levantar os táxons com potencial patogênico; determinar os usos e a qualidade da água no complexo do Açude Joana em Pedro II – PI; correlacionar a diversidade de oomicetos com os usos preponderantes da água; relatar a percepção da população utilitária com a invisível diversidade de oomicetos e os recursos hídricos.

A dissertação encontra-se estruturada nos tópicos de Introdução e Revisão de Literatura, seguindo as normas da ABNT vigente, seguida por artigos científicos que seguem as normas do periódico a que serão submetidos, assim distribuídas: Artigo I: Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil; Artigo II: Aspectos ecológicos de comunidades de oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí; Artigo III: Qualidade da água, usos e potencial patogênico de oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II - Piauí; Artigo IV: A “invisibilidade” dos oomicetos e a percepção socioambiental da comunidade na bacia do rio Corrente, Pedro II, Piauí, Brasil.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O homem apresenta uma dependência dos ecossistemas aquáticos continentais devido às múltiplas funções da água, recurso essencial para a manutenção da vida. Entretanto, por causa do crescimento desordenado dos centros urbanos, estes ambientes têm sofrido com fontes de degradação, como esgotos domésticos e industriais, que são lançados nos corpos de água quase na sua totalidade sem tratamento, provocando alterações ecológica e sanitária, com grandes prejuízos biológicos, econômicos e sociais (ESTEVEES, 2011).

2.1 Reservatórios artificiais

Os rios e lagos constituem importantes reservatórios de água doce, que situados no interior dos continentes são essenciais para a sobrevivência. A fim de criar condições para instalação e manutenção dos centros urbanos, reservatórios artificiais foram construídos. Lagoas artificiais são ecossistemas formados em grande parte pelo represamento de um ou mais rios, inundando por vezes, extensas áreas dos ecossistemas terrestres adjacentes, encontrados no Brasil com denominação de açude no Nordeste e represa no Sul e Sudeste (ESTEVEES, 2011).

Os reservatórios artificiais são elementos não associados a uma bacia de drenagem natural, de valor econômico e ecológico, que têm produzido inúmeras alterações nos sistemas hidrológicos, atmosférico, biológico e social nas regiões onde são construídos e nas áreas por eles atingidas (LINS, 2006; BRITO et al., 2012).

Eles são construídos com a finalidade de armazenar água para múltiplos usos que beneficiam direta e indiretamente a sociedade, incluindo o desenvolvimento econômico, emprego e geração de renda (MARTINS et al., 2015). Assim, os açudes podem ser

caracterizados como meio de transformação e de adaptação das potencialidades naturais às demandas regionais, sendo a disponibilidade espaço-temporal dos recursos hídricos um fator determinante na distribuição destes pelo país.

Contudo, apenas a construção de açudes não resolve a problemática de escassez; é essencial o gerenciamento da qualidade da água nesses ecossistemas e também do uso e ocupação de suas áreas de domínio, pois as atividades desenvolvidas no seu entorno afetam diretamente a qualidade da água, modificando a densidade, distribuição e riqueza de comunidades biológicas, aspectos que justificam a análise dos usos realizados em torno dos reservatórios para identificar as condições ecológicas dos ecossistemas de forma significativa (FREIRE, 2007; ABRA, 2012).

Os reservatórios tornaram-se os tipos mais comuns de alteração humana nas bacias hidrográficas brasileiras, onde quase todos os grandes rios são represados, alterações que provocam mudanças na estrutura e composição das espécies e podem interferir na cadeia alimentar aquática (MARTINS et al., 2015). Os usos da água dos reservatórios artificiais (despejos de efluentes, captação de água para abastecimento, irrigação, pesca) apresentam importância socioeconômica, mas provocam alterações na fauna e flora aquática, nos padrões de qualidade da água, e conseqüentemente para os usuários (ABRA, 2012).

Em reservatórios urbanos, as modificações humanas em áreas adjacentes são intensas, resultantes de estradas, habitação e desenvolvimento comercial/industrial. Essas modificações influenciam diretamente na composição e estrutura das comunidades aquáticas, alterando sua dieta, a reprodução e crescimento. Como resultado de todas estas influências, e por causa da própria barragem, as comunidades aquáticas são submetidas a mudanças que favorecem invasão biológica (MARTINS et al., 2015).

A poluição dos corpos d' água é causada por diferentes fontes de origem urbana, rural e industrial. A "extinção de espécies e ecossistemas, depreciação da qualidade da água, aumento na frequência de ocorrência de florações de cianobactérias e doenças de veiculação hídrica, retenção e acúmulo de nutrientes e contaminação por substâncias químicas" (FREIRE, 2007, p. 12) são alguns conseqüências que geram um novo estado de equilíbrio, alterando as relações ecológicas e estrutura das comunidades. Conduzindo à necessidade de monitoramento da qualidade da água. Esse monitoramento é estabelecido para medir as substâncias presentes na água, avaliada sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (FEITOSA et al., 2013).

O conhecimento dos organismos aquáticos e das cadeias alimentares de um reservatório é importante, pois a presença ou ausência de certas espécies e a composição das

comunidades existentes servem como indicadores do “status” da qualidade da água (TUNDISI; TUNDISI, 2008; ABRA, 2012). O diagnóstico das condições e usos do solo do entorno do corpo d’água também é essencial, pois participa de importantes processos ambientais, como o estabelecimento da vegetação, a atuação no ciclo hidrológico, no fluxo de água, no ciclo de vários nutrientes e energia nos ecossistemas. Além disso, o solo permite o estabelecimento de relações ecológicas diversas importantes para a biodiversidade macro e microscópica do ecossistema (FERREIRA et al., 2012).

A intensificação da degradação ambiental revela a necessidade de monitorar os ecossistemas naturais e artificiais para uma gestão eficiente dos recursos, possibilitando a identificação dos principais impactos e apontando as possíveis soluções para a manutenção do e conservação do ambiente.

2.1.1 Múltiplos usos e classificação dos corpos d’água

A água é essencial para a manutenção da vida. A humanidade ocupou territórios, cresceu e desenvolveu-se com base nesse bem natural. No entanto, o uso indiscriminado, sem a avaliação das consequências ambientais em relação à quantidade e qualidade da água, aliado ao aumento populacional em escala mundial, tem intensificado a escassez, especialmente por fatores antrópicos ligados a ocupação do solo, a poluição e contaminação dos corpos de águas superficiais e subterrâneos (CORTE BACCI; PATACA, 2008).

A disponibilidade de água para múltiplos usos tem sido afetada pela: má administração dos recursos hídricos, aumento da população, ineficiência e desperdício de água em irrigação, uso inadequado das terras e desmatamento, superexploração dos rios e águas subterrâneas, a poluição e o desenvolvimento desordenado das cidades (PEREIRA et al., 2006).

O Brasil possui uma das maiores reservas do mundo, estimada em 12% a 16% de toda a água doce do planeta (TUNDISI; TUNDISI, 2008), que é utilizada para fins múltiplos, tais como, abastecimento público, uso na agricultura, indústria e pecuária, na aquicultura e pesca, no turismo, recreação, geração de energia, harmonia paisagística, dessedentação de animais, preservação da fauna e da flora, criação de espécies, diluição e transporte de efluentes.

Esteves (2011) classifica os usos da água em consuntiva e não consuntiva, definida em função da quantidade hídrica demandada e das perdas quali-quantitativas geradas após os usos. O uso consuntivo consiste na retirada de uma determinada quantidade de água dos corpos d’água, que após o uso retorna em quantidade menor e/ou com qualidade inferior, provocando prejuízos quali-quantitativos.

No uso não consuntivo, a água é utilizada no ecossistema ou se retirada retornam integralmente aos seus mananciais, por exemplo: a geração de energia elétrica, a navegação, a diluição de efluentes, a pesca, a preservação da flora e fauna e a recreação (SOUZA et al., 2014).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 classifica os corpos d'água brasileiros em águas doces, salobras e salinas, estabelecendo os níveis toleráveis de parâmetros físico-químicos e biológicos com a finalidade de assegurar um ambiente equilibrado.

As águas doces são classificadas em cinco classes, de acordo com sua destinação, conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Classificação das águas doces no Brasil

CLASSE	DESTINAÇÃO
Classe Especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui-aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui-aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; Aquicultura e a atividade de pesca.
Classe 3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário; Dessedentação de animais.
Classe 4	Navegação; Harmonia paisagística.

Fonte: Brasil (2005b).

Assim, a definição de qualidade da água é um conceito relativo que depende dos usos praticados, sendo exigido um padrão de qualidade especificado pela legislação. Assim, a Resolução CONAMA nº 357, propõe limites aceitáveis aos parâmetros que caracterizam um corpo d'água considerando o seu respectivo uso e a classes (SOUZA et al., 2014).

2.1.2 Índice de Qualidade da Água - IQA

Os indicadores de qualidade caracterizam a situação do corpo d'água, quantificando e qualificando as mudanças dos ecossistemas aquáticos. Estes foram propostos para possibilitar a análise da evolução da qualidade da água no tempo e no espaço como também para facilitar a interpretação de extensas listas de variáveis (FEITOSA et al., 2013).

Portanto, indicador é um parâmetro selecionado e avaliado isoladamente ou em combinação com outros para refletir sobre as condições do sistema em análise. O conjunto de indicadores é definido como índice, valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema simples ou complexo (natural, econômico ou social), utilizando, em seu cálculo, bases científicas e métodos adequados (SICHE et al., 2007).

O Índice de Qualidade de Água (IQA) foi desenvolvido pela *National Foundation Sanitation* (NFS) dos Estados Unidos em 1970 e classifica as águas destinadas ao abastecimento público, através de nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), coliforme fecal, potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5 dias), temperatura, fósforo total, nitrato, turbidez e sólidos totais.

A CETESB adaptou e desenvolveu um IQA com as variáveis: OD, temperatura, coliformes fecais, pH, DBO, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez, amplamente utilizada no país. Contudo, o índice é limitado e deve ser empregado somente para determinar a qualidade das águas destinadas ao abastecimento. Este índice não considera parâmetros tóxicos e organolépticos que são considerados importantes pelos especialistas, no entanto, esta deficiência não indica a inaplicabilidade do índice para o devido fim (FEITOSA et al., 2013).

O IQA adaptado e utilizado pela CETESB baseia-se na Equação 1:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Peso dos parâmetros utilizados no IQA da CETESB

Parâmetros	Pesos relativos (wi)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
DBO5, 20 (mg/L)	0,10
Fosfato Total (mg/L)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Nitrato (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB (2015).

A partir do cálculo efetuado pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100 (Tabela 3). As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos.

Tabela 3 – Faixas de variação do IQA

Descrição da Qualidade	Faixa
Ótima	80 – 100
Boa	52 – 79
Aceitável	37 – 51
Ruim	20 – 36
Péssima	0 – 19

Fonte: CETESB (2015).

As águas naturais têm uma composição química complexa que pode ser alterada por íons dissolvidos, substâncias orgânicas naturais, antrópicas, da atmosfera, da geoquímica do solo e das rochas que constituem o substrato das bacias hidrográficas como também sofrem influência das atividades fisiológicas dos organismos, como excreção e respiração (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

É necessário monitorar de forma eficaz a qualidade dos corpos d'água para a gestão sustentável dos recursos hídricos e a saúde pública, pois como afirmam Saad et al. (2007), o conhecimento das características e realidades geoambientais de uma determinada região constitui um instrumento fundamental para o seu desenvolvimento sustentável.

2.1.3 Parâmetros Físico-Químicos e Bacteriológicos da Água

A qualidade hídrica é resultado de variáveis físicas, químicas e biológicas e suas interações são responsáveis pela manutenção do equilíbrio dos ecossistemas aquáticos (CIMINELLI et al., 2014).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) indica o consumo de oxigênio por bactérias, fungos e leveduras para oxidar matéria orgânica (BARROS, 2013; CIMINELLI et al., 2014). Assim, o aumento da DBO em corpos d'água pode ser decorrente de despejos de esgotos, o que provoca um aumento no teor de matéria orgânica e a consequente diminuição do oxigênio dissolvido por oxidação e a morte de animais (CETESB, 2015).

A Turbidez consiste no grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Altos valores podem aumentar a temperatura do ecossistema e influenciar nas comunidades biológicas (BARROS, 2013; CETESB, 2015; SILVA et al., 2015).

O comportamento dos sólidos totais é semelhante ao da turbidez, variável com a qual se relaciona. O excesso de sólidos na água pode afetar a comunidade aquática, podendo alterar as condições de luminosidade, interferir no metabolismo dos organismos autotróficos submersos, dificultar a realização da fotossíntese e prejudicar os demais organismos heterotróficos dependentes do oxigênio produzido na fotossíntese para respiração (BARROS, 2013).

A sedimentação também pode danificar o leito dos rios que servem como substrato para o habitat de diversas espécies e incrementar os detritos orgânicos nos sedimentos dos corpos hídricos, promovendo a intensificação dos processos de decomposição (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; CETESB, 2015).

A condutividade elétrica está relacionada com a presença de íons dissolvidos na água (BARROS, 2013). Quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da mesma, que pode variar também de acordo com a temperatura e o pH. Quando as concentrações ultrapassarem $100 \mu\text{S}/\text{cm}$, o ambiente pode estar impactado por ações antrópicas (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; CETESB, 2015).

A temperatura influencia diretamente a maioria dos processos físicos, químicos e biológicos da água, sua elevação tem como consequência a intensificação da taxa de decomposição da matéria orgânica (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

A concentração de oxigênio dissolvido pode ser usada como uma das variáveis para a determinação da qualidade da água, pois quanto mais reduzida for a concentração de oxigênio, pode-se dizer que mais poluído o curso d'água se encontra, influenciando

diretamente na biodiversidade aquática (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; SILVA et al., 2015).

O pH é importante porque muitas reações químicas que ocorrem no meio ambiente são intensamente afetadas pelo seu valor, sendo esta a medida de acidez ou alcalinidade relativa de uma determinada solução. O excesso de matéria orgânica contribui para a redução do pH na água e pode interferir na solubilidade de nutrientes. As variações do pH em um corpo hídrico determinam o tipo de fauna e flora que habitam o local, sendo que o meio neutro é o que possibilita uma maior estabilidade e diversificação dos ecossistemas, o que permite o desenvolvimento de diferentes espécies (BARROS, 2013; CETESB, 2015).

A contagem de bactérias coliformes é um indicador de contaminação fecal, sendo a principal fonte os despejos de esgoto, principalmente doméstico, sem tratamento prévio (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013). Segundo a Resolução CONAMA nº 274/2000 as águas consideradas próprias para balneabilidade humana são subdivididas em: excelente (máximo de 250 coliformes fecais ou 200 *Escherichia coli* por 100 ml), muito boa (máximo de 500 coliformes fecais ou 400 *Escherichia coli*) e satisfatória (máximo de 1.000 coliformes fecais ou 800 *Escherichia coli*). Porém, se o valor obtido para esta variável for superior a 2.500 coliformes fecais ou 2.000 *Escherichia coli* as águas serão consideradas impróprias (BRASIL, 2000).

O fósforo pode ser de origem natural ou artificial, especialmente proveniente dos esgotos e atua como fator limitante da produtividade nos corpos hídricos. É um dos responsáveis pela eutrofização artificial, em que a produção de matéria orgânica supera seu consumo e decomposição (ESTEVES, 2011). Como consequência, há uma alteração das características químicas e físicas do meio que pode levar a morte de diversos organismos (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

O nitrogênio também atua como fator limitante na produção primária de ecossistemas, é essencial no metabolismo de ambientes aquáticos e pode contribuir com a eutrofização, além de influenciar na quantidade de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e clorofila existente no meio, diminuindo a biodiversidade local (ESTEVES, 2011).

Para uma gestão apropriada dos recursos hídricos é essencial o monitoramento da qualidade, a fim de caracterizar os parâmetros físico-químicos que vão auxiliar no diagnóstico das mudanças ocasionadas pelas atividades humanas, e naturais pelo uso e ocupação do solo do entorno. A partir das informações obtidas, é possível um melhor entendimento das influências de cada processo de degradação (MARMONTEL; RODRIGUES, 2015).

2.2 Importância e diversidade de Oomicetos

“Bolores aquáticos” ou “fungos-like” são conhecidos desde a Idade Média, especialmente em seu papel como parasitas de peixes (WURZBACHER et al., 2010). Habitam os mesmos nichos ecológicos dos fungos verdadeiros (SPARROW, 1968; NASCIMENTO et al., 2011; STECIOW et al., 2012), apresentam características fisiológicas, estruturais e morfológicas similares (MARANO et al., 2014; BEAKES et al., 2014; JESUS, 2015), aspectos que contribuíram com a definição destes organismos como pertencentes ao Reino Fungi, fato recorrente na literatura que os agrupam como “fungos aquáticos” ou “organismos zoospóricos”.

O Filo Oomycota, grupo monofilético pertence ao Reino Straminipila, apresenta uma única classe (Oomycetes), composta por 13 ordens, 25 famílias, 106 gêneros e 956 espécies (KIRK et al., 2008; JESUS, 2015). Beakes et al. (2014) propuseram uma nova classificação, baseados em dados filogenéticos e taxonômicos, dividindo o filo em três classes: Peronosporomycetes; Saprolegniomycetes e uma considerada *Incertae sedis*.

A amostragem mais intensiva da diversidade destes organismos é realizada em habitats de água doce, comumente encontrados isolados em piscinas, lagoas, lagos, rios e córregos (WILLOUGHBY, 1962; DICK, 1966; FARKHA; AHMADI, 2011) ou matéria orgânica (MARANO, 2011; JESUS et al., 2013). Também são encontrados em ambientes marinhos (GLEASON et al., 2011), adaptados para ambientes aquáticos pela produção de zoósporos (SPARROW, 1960; STECIOW et al., 2012), unidades de dispersão dotados de flagelos que locomovem-se à procura de nutrientes e sítios de colonização (SCHOELEIN-CRUSIUS et al., 2004).

Os oomicetos possuem papéis ecológicos relevantes, promovem nutrientes para níveis tróficos superiores (MARANO et al., 2016), são essenciais nas teias alimentares microbianas, como recursos alimentares para o zooplâncton (NIQUIL et al., 2011; STECIOW et al., 2012), atuam como sapróbios na decomposição de substratos de origem vegetal e animal, são parasitas de macrófitas, crustáceos, escamas de peixes e ovos (CZECZUGA et al., 2002), anfíbios (KIZIEWICZ, 2004), invertebrados aquáticos como rotíferos, nematóides, artrópodes, e em algas (KIZIEWICZ, 2004; KESTRUP et al., 2011).

Como organismos sapróbios, possuem ampla capacidade enzimática, com habilidade de degradar uma grande variedade de substratos, como celulose (algas e restos vegetais), queratina (ecdise de cobra, cabelo e pena), quitina (insetos e exoesqueleto de crustáceos),

lignina (tecidos de plantas lenhosas) e esporopolenina (grãos de pólen) (SHEARER et al., 2007; MARANO et al., 2011; JESUS et al., 2013).

Recentes estudos moleculares têm evidenciado a presença e a importante contribuição desses organismos no processo de sucessão fúngica em substratos foliares nos ecossistemas aquáticos lóticos, lênticos e algumas espécies são capazes de regular o aumento de populações de algas (ALEXOPOULOS et al., 1996; SHEARER et al., 2007; JESUS et al., 2013).

Na Classe Oomycetes, algumas espécies são encontradas como parasitas de peixes, mamíferos, inclusive do homem, de outros fungos e de plantas. *Saprolegnia*, *Achlya* e *Aphanomyces* são patógenos de peixes e seus ovos. Os organismos afetados podem apresentar ulcerações dérmicas, atingindo também olhos e órgãos internos (ALEXOPOULOS et al., 1996).

Pythium e *Phytophthora* são patógenos em plantas de interesse econômico, responsáveis pelo apodrecimento de raízes e necrose de outros órgãos, como caule, folhas e frutos, podendo causar epidemias de grandes proporções em uma cultura (ALEXOPOULOS et al., 1996). Em algumas culturas, os maiores danos causados por oomicetos estão relacionados com a redução da população de plantas, podridão de sementes, morte de plântulas e podridões radiculares (REIS, 2005).

O gênero mais conhecido é o *Phytophthora*, com mais de 120 espécies descritas (MARTIN et al., 2012), patógenos de culturas economicamente importantes (LUZ et al., 2001), além de serem oportunistas agressivas de florestas ribeirinhas na presença de hospedeiros suscetíveis e condições ambientais favoráveis (MARANO et al., 2016).

Investigações sobre a ocorrência, distribuição e periodicidade foram realizadas em diferentes áreas do mundo, como na Polônia (CZECZUGA et al., 2002), Egito (EL-HISSY et al., 2000), Japão (SEKIMOTO et al., 2007), África (SPIES et al., 2011), Iraque (FARKHA; AHMADI, 2011; MUHSIN, 2012), Tailândia (PANCHAI et al., 2014), Arábia Saudita (EL-NAGDY; NASSER, 2000), EUA (SHRESTHA et al., 2013).

Steciow et al. (2012) apresentam um panorama do conhecimento do Filo Oomycota na América do Sul, documentando a presença de estudos na Bolívia, Chile, Colômbia, Venezuela e Equador (DENNIS et al., 1970; ORDUZ et al., 1992; VIVAR MUÑOZ; BERNAL, 1998; ZAROR et al., 2004; BARRIONUEVO et al., 2008), com destaque para a Argentina com 112 espécies descritas (STECIOW, 1998) e 196 para o Brasil.

O conhecimento desses organismos no Brasil ainda é bastante reduzido, conhecendo-se apenas 17,5% dos táxons já registrados no mundo (KIRK et al., 2008; STECIOW et al., 2012; MILANEZ, 2007; JESUS et al., 2013), com concentração no Estado de São Paulo e no

bioma Mata Atlântica (NASCIMENTO; PIRES-ZOTTARELLI, 2009, 2010, NASCIMENTO et al., 2011, 2012; JESUS et al., 2013).

No Piauí, os estudos iniciaram-se com Rocha (2002), no Parque Nacional de Sete Cidades. O primeiro estudo a focar oomicetos no bioma Cerrado no Nordeste, identificando 36 táxons com 15 novas citações. Para o Estado foram apresentados novos registros de *Pythium* (PEREIRA; ROCHA, 2008) e *Brevilegnia linearis* Coker identificado em ambiente lacustre natural na capital Teresina (TRINDADE JUNIOR; ROCHA, 2014), além de registro sobre o gênero *Pythiogeton* (ROCHA et al., 2014).

Steciow et al. (2012) ressaltam a necessidade mundial de estudos para ampliar a compreensão da biologia e ecologia destes organismos nos mais variados habitats, em virtude das alterações que o meio ambiente vem sofrendo resultantes de desmatamento, poluição da água, invasão de espécies exóticas e aquecimento global que degradam o habitat e afetam a diversidade dos mesmos, contribuindo com a perda de espécies antes mesmo de sua descrição.

A atividade da microbiota aquática é localmente modificada pelos fatores abióticos, por isso compreender os efeitos dos fatores físico-químicos da água sobre a ocorrência de organismos aquáticos é essencial na identificação das alterações ambientais sobre a diversidade biológica (MAZURKIEWICZ-ZAPALOWICZ et al., 2012).

2.3 A “invisibilidade” da biodiversidade e a percepção ambiental

O Brasil apresenta uma biodiversidade riquíssima, porém o conhecimento da biologia e ecologia das espécies é reduzido, sendo esse desconhecimento maior em relação aos organismos microscópicos, aspecto grave em virtude das alterações ambientais acentuadas pelas atividades humanas que contribui com perdas do patrimônio biológico (CATANOZI, 2011).

Os micro-organismos encontram-se distribuídos em toda a natureza, se adaptam a condições adversas, participando e interferindo em diversas reações químicas. Devido à sua dimensão imperceptível a olho nu e ao fato das reações das quais participam serem muitas vezes mais lentas se comparadas às reações de processos químicos convencionais, a presença de micro-organismos nem sempre é percebida de forma imediata (CIMINELLI et al., 2014).

A partir dos experimentos de Louis Pasteur, na França e Robert Koch, na Alemanha, a existência de micróbios torna-se perceptível a humanidade, “com destaque para a Medicina (cirurgias assépticas), da Agricultura (simbiose nas leguminosas) e na Alimentação (pasteurização)” (LIBERTO et al., 2009).

Deste modo, a compreensão da microbiologia é de fundamental relevância para a sociedade, por ser um tema relacionado com questões básicas de cidadania, envolvendo o meio ambiente, o cotidiano, a higiene pessoal, a conservação e higienização de alimentos, dentre outros (SANTOS; SIQUEIRA, 2014).

Contudo, o reconhecimento da importância dos micro-organismos para o funcionamento dos agroecossistemas é recente. Estes organismos são tão importantes que seria “impossível pensar em vida no Planeta Terra caso eles não existissem”. Nos ecossistemas naturais, em geral, estão em equilíbrio com os demais constituintes e assim não se sobressaem por causar dano, mas as alterações no ambiente favorecem a disseminação de espécies que podem prejudicar os demais componentes (MENDES; BUENO, 2010).

Nesse contexto, cria-se uma barreira no estabelecimento de uma relação entre o homem e os micro-organismos em virtude de serem imperceptíveis, bem como a incompreensão das funções ecológicas benéficas que desempenham, pois os aspectos negativos predominam sobre os positivos.

Os problemas ambientais são resultado da relação estabelecida entre o homem e a forma com que empregam os recursos naturais para manter suas necessidades, uso que pode ser de forma adequada ou não, gerando assim a degradação ou sustentabilidade do ambiente. Nesse sentido, a crise ambiental é uma crise na relação pessoa-ambiente.

Nesse cenário, destaca-se a necessidade de investigar as percepções do homem em relação ao ambiente, pois demonstra a relação do indivíduo com seu entorno, determinando as condições nas quais as pessoas percebem e se relacionam com as situações do cotidiano (POLLI; KUHNEN, 2013).

Deve-se considerar que o comportamento de um indivíduo, ou um grupo, em relação ao meio ambiente, é condicionado por sua percepção ambiental. A percepção se define como um conhecimento que o ser humano adquire através do contato com o meio em que vive (COSTA et al., 2011).

A percepção ambiental é essencial para a manutenção do ambiente, pois desperta uma maior responsabilidade e respeito dos indivíduos em relação ao meio em que vivem (CARVALHO, J. et al., 2011), uma “percepção inadequada da realidade promove a utilização dos recursos ambientais de maneira insustentável, comprometendo a estabilidade ambiental e social” (CARVALHO, E. et al., 2012, p.2). Além, de esses estudos permitirem entendimento das especificidades de cada comunidade, contribuindo com informações para criação de políticas públicas específicas para atender os problemas locais (FREITAS; ABÍLIO, 2012).

2.4 Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí

O município de Pedro II (Figura 1), a 220 Km norte-nordeste de Teresina, apresenta sua sede a 603m de altitude. Foi criado pela Lei Estadual nº 641, de 13/07/1911 e apresenta como limites: ao norte, os municípios de Domingos Mourão, Lagoa de São Francisco e São João da Fronteira; ao sul, Milton Brandão, Buriti dos Montes e Jatobá do Piauí; a oeste, Capitão de Campos; e a leste o Estado do Ceará. Apresenta uma área de 1.518,186 Km² e sua população foi estimada em 2015, pelo IBGE, de 38.055 habitantes (IBGE, 2016).

O município está inserido no Território de Desenvolvimento dos Cocais, na microrregião de Campo Maior, biorregião do Complexo Serra Grande, mais precisamente na Serra dos Matões, que abrange uma enorme biodiversidade e variados ecossistemas, além de funcionar como um divisor de águas de duas importantes bacias hidrográficas piauienses: a do rio Longá, cujos afluentes são o rio Corrente, Caldeirão, dos Matos e Piracuruca; e a do rio Poti, cujos afluentes são os rios Capivara e Parafuso (GOMES, D. 2011).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Aw, tropical chuvoso, caracterizado como quente e úmido com temperaturas elevadas todo o ano, sendo as mais altas nos meses de outubro a dezembro e as mais baixas de março e abril, coincidindo com o período chuvoso na região. Entretanto, em algumas regiões do município, influenciado pelo relevo serrano, a temperatura varia de 28° a 30° durante o dia e 16° a 20° durante a noite (GOMES, E. 2015).

O município está inserido na bacia sedimentar do Parnaíba, apresentando solos essencialmente arenosos, quartzosos, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, área com mineralização de opala, calcedônia, quartzo, hematita e barita (GOMES, D. 2011).

O principal curso de água do município é o rio Corrente, rio temporário que tem suas águas represadas pelo barramento Joana, com maior vazão no período das chuvas (janeiro a maio). Este rio temporário passa pela zona urbana de Pedro II, trecho que recebe o nome de rio Pirapora, sendo o principal alimentador do açude.

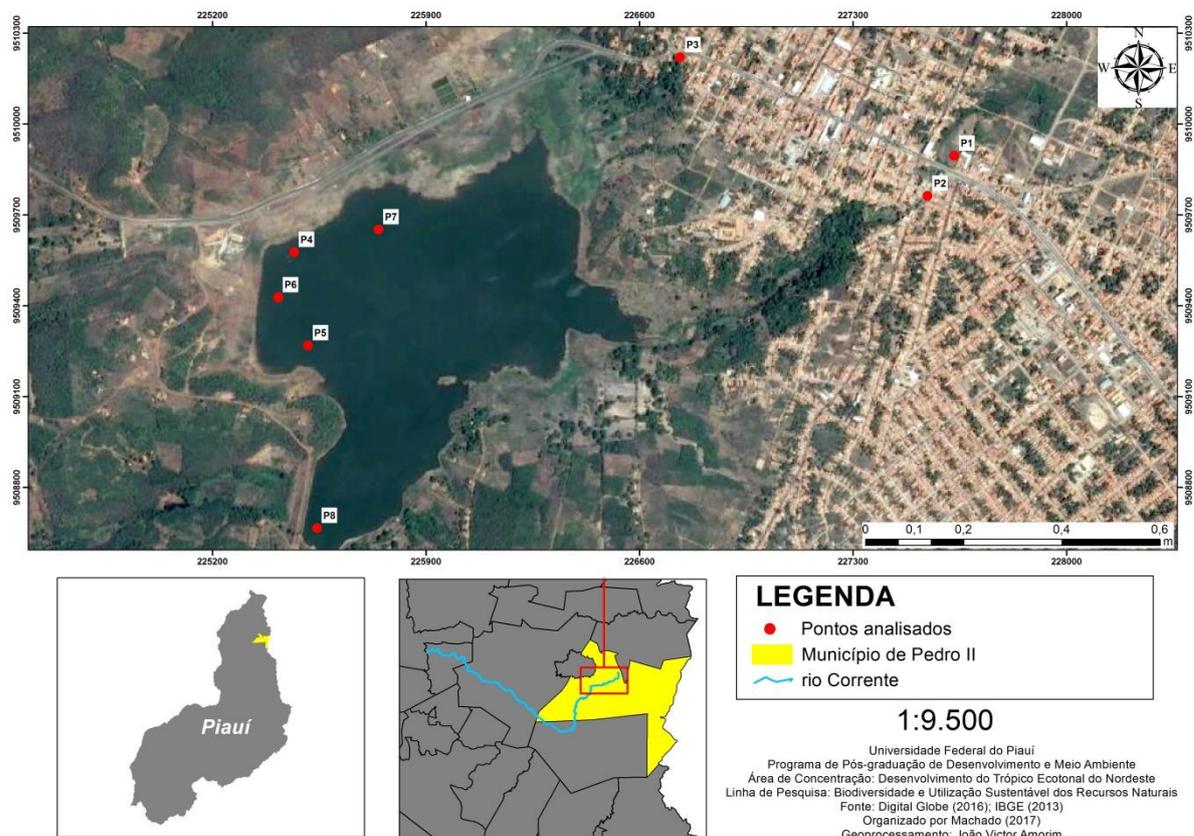
O açude Joana foi inaugurado em 18 de agosto de 1996, com capacidade para 10,6 milhões de m³, de responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Instalado próximo à cidade, em uma enorme bacia escavada na rocha por garimpeiros de opala, com barramento do rio Corrente, área conhecida como garimpo da Barra que funcionou nas décadas de 1970 e 1980 (GOMES, E. 2015).

Antes da construção do Açude a cidade tinha como fonte de abastecimento uma rede de poços tubulares profundos e três nascentes (Bananeira, Pinga e Buritizinho) que ainda

servem à população. Também auxiliam na recarga do açude os olhos d'água Bananeira e Pinga (GOMES, D. 2011).

Nesta pesquisa foi adotado o termo “Complexo Açude Joana” para identificar a área de estudo, que compreende o trecho do rio Corrente/Pirapora (P1-P2), nascente Bananeira (P3) e açude Joana (P4-P8), não sendo incluso como ponto de coleta a nascente Pinga por esta apresentar características similares à da nascente Bananeira. Em ambas, a água surge de fraturas em arenitos, de aquífero da Formação Cabeças e encontram-se protegidas por uma caixa de concreto (Figura 1).

Figura 1 – Localização geográfica do município de Pedro II e área de estudo.



Fonte: Digital Globe (2016); IBGE (2013); Amorim e Machado (2017).

O rio Corrente tem a sua nascente geográfica na localidade Terra Dura, a nordeste da cidade de Pedro II, enquanto sua foz ocorre na margem direita do rio Longá, na zona rural do município de Boa Hora, tendo 162,49 km de extensão. A sua bacia hidrográfica ocupa uma área de 1.586, 57 km² distribuídos em terras dos municípios de Boa Hora, Barras, Capitão de Campos, Piripiri, Milton Brandão e Pedro II (GOMES, E. 2015).

No perímetro urbano do município de Pedro II, o rio Corrente tem sua margem descaracterizada, com mata ciliar reduzida, substituída por residências e culturas de

subsistência (Figura 2a-b), com trecho do leito do rio pavimentado (Figura 2c), recebendo efluentes domésticos, de mecânica automotiva e resíduos sólidos (Figura 2d).

Figura 2 – Trecho do rio Corrente no município de Pedro II, Piauí.



Fonte: Pesquisa direta (2016).

As águas pluviais carregam todo o lixo gerado no entorno para o leito do rio, onde também são despejados esgotos domésticos sem tratamento (BATISTA et al., 2016) que tem como aporte final o açude Joana (Figura 3). Este foi construído a jusante da cidade em uma altitude inferior a do aglomerado urbano.

Figura 3 – Altitude dos pontos amostrais no município de Pedro II, Piauí.



Fonte: Google Earth (2016); Amorim e Machado (2017).

A nascente Bananeira localiza-se próxima ao açude Joana e também apresenta descaracterização de sua margem (Figura a), com construções de residências em seu entorno e lançamento de esgoto em “grotão” próximo a área da nascente (Figura 4b). O afloramento da água é “protegido” por uma mureta e coberto por uma pequena casa (Gomes, 2015), com calçamento (Figura 4c). Por baixo do mesmo, forma-se um riacho perene que desagua no açude Joana, sendo utilizado para lavagem de roupa (Figura 4d).

Figura 4 – Nascente Bananeira no município de Pedro II, Piauí.



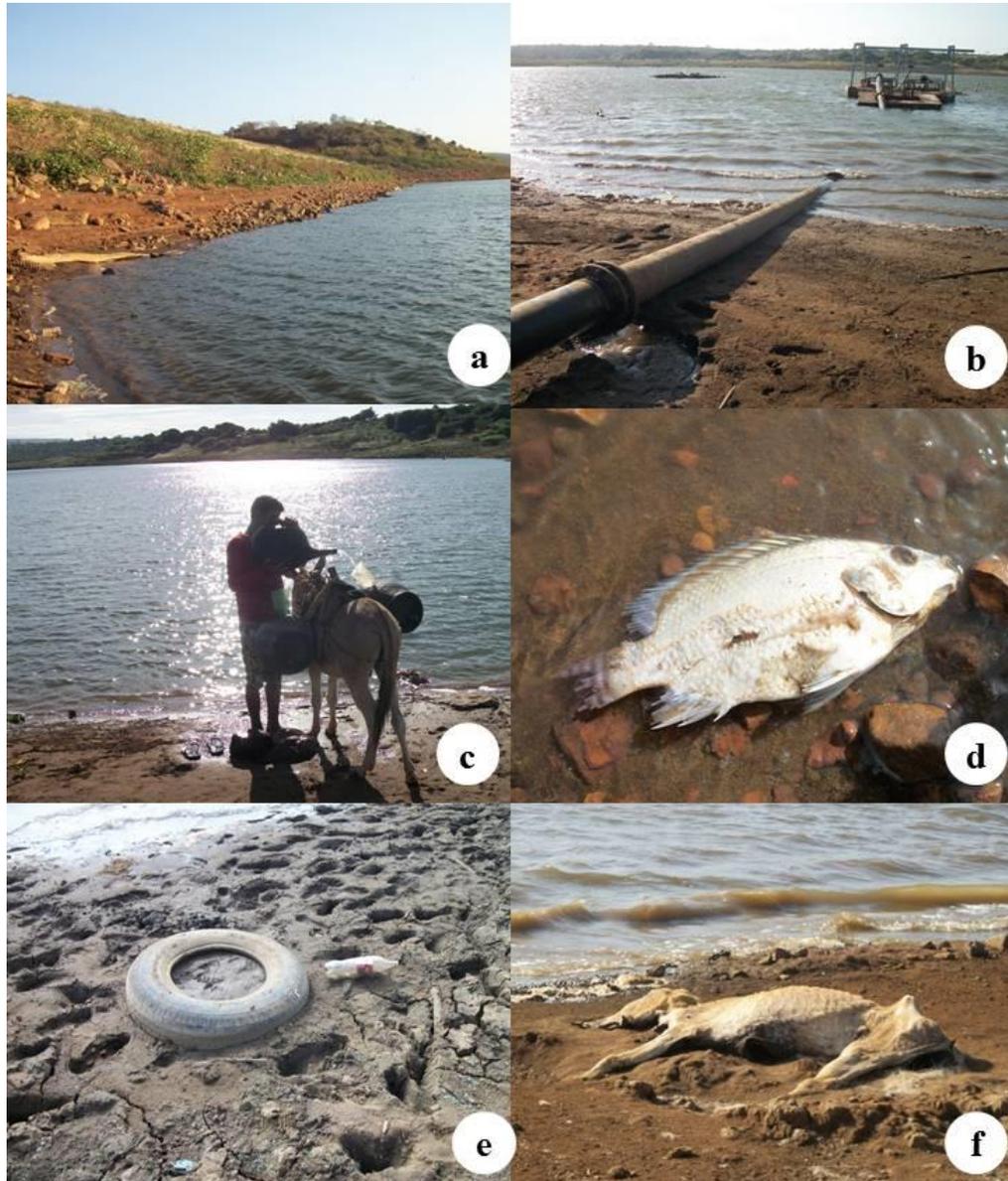
Fonte: Pesquisa direta (2016).

O açude Joana apresenta vegetação herbácea e arbustiva em seu entorno, com parte do solo desprovido de vegetação (Figura 5a). A barragem Joana tem 27,5 metros de altura e foi executada em convênio do DNOCS/Ministério do Exército pelo Segundo Batalhão de Engenharia e Construção (MIRANDA et al., 2005).

As águas do reservatório são usadas preferencialmente para o abastecimento da cidade (Figura 5b), mas também são utilizadas na dessedentação de animais (Figura 5c), irrigação e

para atividade de pesca (Figura 5d). Ao redor do açude foram observados lançamento de resíduos sólidos, animais mortos (Figura 5e-f) e lavagem de motocicletas.

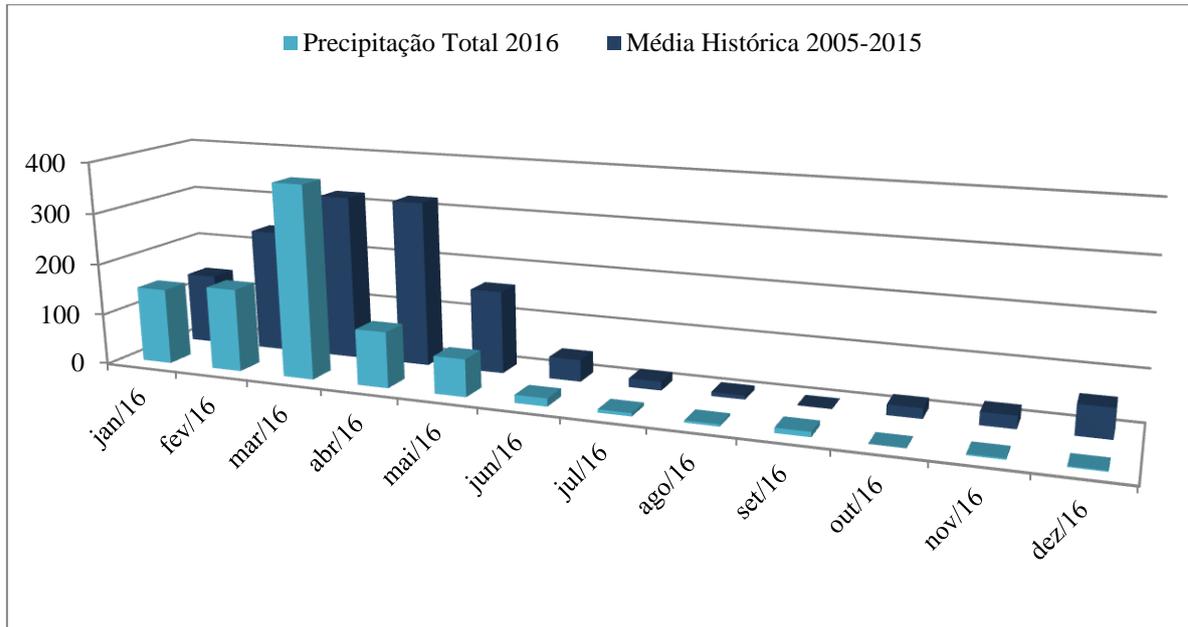
Figura 5 – Açude Joana no município de Pedro II, Piauí.



Fonte: Pesquisa direta (2016).

O açude Joana tem sua vazão monitorada pelo DNOCS, com capacidade para 10.670m³ de água. Atualmente está com 15% do seu volume, devido às baixas incidências de precipitação observadas na região. Comparando a pluviosidade de 2016 com a média histórica de 2005-2015 (Figura 6), observa-se que está geralmente abaixo das incidências, fato diretamente relacionado com o baixo volume de água no açude Joana.

Figura 6 – Precipitação em 2016 e média histórica 2005-2015.



Fonte: Banco de Dados do INMET (2016); Machado (2017).

Portanto, a vazão do rio Corrente e o nível de água do açude Joana variam conforme a intensidade e alternância entre o período chuvoso e de estiagem, somente a nascente apresenta o comportamento perene. A cota de sangria do reservatório só foi atingida em 2009.

REFERÊNCIAS

- ABRA, J. **Atributos populacionais e produtividade secundária de rotíferos em ambientes lacustres, naturais e artificiais.** 2012. 285 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Área de Zoologia) – Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu – SP, São Paulo, 2012.
- ALEXOPOULOS, C. J. et al. **Introductory Mycology.** 4. ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 868 p.
- BÄRLOCHER, F.; KENDRICK, B. Dynamics of the fungal population on leaves in a stream. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 3, p. 761-791, 1974.
- BARRIONUEVO, J. S. et al. First record of chytridiomycosis in Bolivia (*Rhinella quechua*: Anura: Bufonidae). **Diseases of Aquatic Organisms**, v. 82, p. 161-163, 2008.
- BARROS, F. M. **Qualidade da água e eutrofização.** Vitória da Conquista: Edições UESB, 2013. 102 p.
- BATISTA, N. J. C. et al. Genotoxic and mutagenic evaluation of water samples from a river under the influence of different anthropogenic activities. **Chemosphere**, v. 164, p. 143-141, 2016.
- BEAKES, G. W. et al. **Systematics of the Straminipila:** Labyrinthulomycota, Hyphochytriomycota, and Oomycota. In: The Mycota VIII Part A. McLaughlin DJ, Spatafora JW (eds.). Springer-Verlag, Berlin, p. 39-97. 2014.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 274, de 29 de novembro de 2000. **Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.** DOU, Brasília, DF. 2000.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Diretrizes ambientais para projeto e construção de barragens e operação de reservatórios.** Brasília: Bárbara Bela Editora Gráfica e Papelaria Ltda., 2005a.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357, de 18 de junho de 2005. **Estabelece classificação para águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.** DOU, Brasília, DF. 2005b.
- BRITO, W. O. et al. Avaliação da água do reservatório poções em Monteiro/PB: uso para abastecimento humano e construção civil. In: Anais do Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia da UEPB, 2012, Paraíba. **Anais...** Paraíba: ENECT, 2012.
- BUZELL I, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.
- CARVALHO, E. K. M. A. et al. Percepção ambiental dos diferentes atores sociais de Veirópolis, PB. **Qualit@s Revista Eletrônica**, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2012.

CARVALHO, J. B. et al. Conservação de recurso hídrico e percepção ambiental dos moradores ribeirinhos da área urbana do município de Araguatins - TO. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 6, 2011.

CASTRO, A. W. et al. Aspectos limnológicos de um ecossistema lacustre natural e urbano (lagoa parque sólon de Lucena). In: Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 9. 2009, São Lourenço. **Anais...** Minas Gerais: SBE, 2009.

CATANOZI, G. Importância dos Aspectos Ecológicos na Análise Quali-quantitativa da Macrofauna Edáfica. **Revista Ibirapuera**, v. 1, n. 1, p. 42-52, jan./jun. 2011.

CHRISTENSEN, M. A view of fungal ecology. **Mycologia**, v. 81, n. 1, p. 1-19, 1989.

CIMINELLI, V. S. T. et al. Recursos Minerais, água e biodiversidade. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, v. 8, p. 39-45, maio 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo**. Apêndice a: significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 07 jul. de 2016.

CORTE BACCI, D. L.; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008.

COSTA, D. R. et al. Diagnóstico socioeconômico e percepção ambiental na microbacia do rio Pirapora, Piedade-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v.18, n. 1, 2011.

CZECZUGA, B. et al. Zoospore fungi growing on the specimens of certain fish species recently introduced to Polish waters. **Acta Ichthyol. Piscat.**, v. 32, n. 2, p.117-125, 2002.

DENNIS, R. W. G. **Fungus flora of Venezuela and adjacent countries**. Additional series III. London: Her Majesty's Stationary Office. 1970.

DICK, M. W. The Saprolegniaceae of the environs of Blelham Tran: sampling techniques and estimation of propagate numbers. **J. Gen. Microbiol.**, v. 42, p. 257-282, 1966.

EL-HISSY, F.T. et al. Monthly and vertical fluctuations of aquatic fungi at different depths in Aswan High Dam Lake, Egypt. In: Aquatic Mycology across the Millennium (eds K.D. Hyde, W.H. Ho and S.B. Pointing). **Fungal Diversity**, v. 5, p. 165-173, 2000.

EL-NAGDY, M.A.; NASSER, L.A. Occurrence of zoospore and terrestrial fungi in accumulated rainfall water in the Riyadh region (Saudi Arabia). In: Aquatic Mycology across the Millennium (eds K.D. Hyde, W.H. Ho and S.B. Pointing). **Fungal Diversity**, v. 5, p. 175-183. 2000.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2011.826p.

FARKHA, T. K.; AHMADI, H. Ecology of some aquatic fungi recovered from water and submerged mud in different aquatic habitats within Sulaimani province-Kurdistan region of Iraq. **Egypt. J. Exp. Biol. (Bot.)**, v. 1, p. 103-108, 2011.

FEITOSA, A. V. et al. **Comparação do índice de qualidade de água de açudes Localizados nas bacias metropolitana e Acaraú no estado do Ceará.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 20. 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** RS: SBRH, 2013.

FERREIRA, D. A. et al. Fungos Micorrízicos Arbusculares em um latossolo vermelho sob manejos e usos no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 51-61, 2012.

FLORES-LOPES, F. et al. Utilização de índices ecológicos em assembléias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento. **Biota Neotrop.**, v. 10, n. 4, p. 183-193, 2010.

FREIRE, R. H. F. **Contribuição ao conhecimento limnológico de reservatórios do semi-árido brasileiro que abastecem a região metropolitana de Fortaleza: Açudes Pacajus e Gavião (Ceará, Brasil).** 2007. 246 f. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2007.

FREITAS, M. I. A.; ABÍLIO, F. J. P. Percepção ambiental no contexto da gestão participativa dos recursos hídricos: concepções e perspectivas no sertão paraibano. **Revista Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**, v. 28, 2012.

GLEASON, F. H. et al. Zoosporic true fungi in marine ecosystems: a review. **Marine and Freshwater Research**, v. 62, p. 383-393, 2011.

GOMES, E. R. **Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí.** 2015. 127 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2015.

GOMES, D. O. B. **Mineração, Turismo e Ambiente em Pedro II, Piauí.** 2011. 281 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativa da população de Pedro II – PI.** 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=220790>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

JESUS, A. L. **Diversidade de Oomycota em área de manguezal do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil.** 2015. 108 p. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 2015.

JESUS, A. L. et al. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: novas citações. **Hoehnea** v.1, p. 167-180, 2013.

KESTRUP, A. M. et al. Differential infection of exotic and native freshwater amphipods by a parasitic water mold in the St. Lawrence River. **Biol Invasions**, v. 13, p. 769-779, 2011.

KIRK, P.M. et al. **Dictionary of Fungi**. 10th ed. Wallingford, UK: CAB International Publishing. 2008. 396 p.

KIZIEWICZ, B. Aquatic fungi growing on the muscle of vendace (*Coregonus albula*), alpine bullhead (*Cottus poecilopus*) and lake trout (*Trutta lacustris* L.) from lake hańcza (NE Poland). **Zoologia Poloniae**, v. 49, n. 1, p. 85-95, 2004.

LINS, R. P. **Limnologia da barragem de Acauã e codeterminantes socioeconômicos do seu entorno: uma nova interação do Limnólogo com sua unidade de estudo**. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - UFPB/UEPB, 2006.

LIBERTO, M. I. M. et al. As maravilhas no mundo invível: os micróbios e a vida no planeta. **Ciência em Tela**, v. 2, n. 2, p. 1-10. 2009.

LUZ, E. D.M. N. et al. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas: Rural. 2001. 757 p.

MARANO, A.V. et al. Ecological roles of saprotrophic Peronosporales (Oomycetes, Straminipila) in natural environments. **Fungal Ecology**, v. 19, p. 77-88, 2016.

MARANO, A.V. et al. A new combination in Phytopythium: *P. kandeliae* (Oomycetes, Straminipila). **Mycosphere**, v. 5, p. 510-522, 2014.

MARANO, A. V. et al. Diversity, role in decomposition, and succession of zoosporic fungi and straminipiles on submerged decaying leaves in a woodland stream. **Hydrobiologia**, v. 659, p. 93-109. 2011.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, 2015.

MARTIN, F.N. et al. Identification and detection of Phytophthora: reviewing our progress, identifying our needs. **Plant Disease** 96, 2012.

MARTINS, I. et al. Ecological assessment of a southeastern Brazil reservoir. **Biota Neotropica**, v. 15, n. 1, 2015.

MAZURKIEWICZ-ZAPAŁOWICZ, K. et al. Effects of some abiotic factors on the occurrence of aquatic mycobiota in lakes of the Drawa National Park. **International Journal of Oceanography and Hydrobiology**, v. 41, n. 4, p. 8-16, 2012.

MENDES, I.; BUENO, F. **Micro-organismos do solo e a sustentabilidade dos agroecossistemas**. 2010. Disponível em:
<<http://www.pesquisas/microorganismos%20do%20solo%20e%20a%20sustentabilidade%20dos%20agroecossistemas%20-%20Portal%20Dia%20de%20Campo.html>> Acessado em: 03 mai 2015.

- MILANEZ, A. I. et al. **Brazilian Zoosporic fungi**. São Paulo: Winner Graph. 2007.
- MIRANDA, A. N. et al. Barragem Joana: uma intervenção emergencial. In: Seminário Nacional de Grandes Barragens, 26. 2005, Goiânia. **Anais...** GO: SNGB, 2005.
- MUHSIN, Tawfik M. Aquatic fungi of Iraq: A review. **Marsh Bulletin**, v. 7, n. 1, p. 39-47. 2012.
- NASCIMENTO, C.A. et al. Zoosporic true fungi and heterotrophic straminipiles assemblages from soil of Brazilian Cerrado areas. **Fungal Ecology**, v. 5, n. 2, p. 114-123, 2012.
- NASCIMENTO, C.A. et al. Occurrence and distribution of zoosporic organisms in water bodies from Brazilian Cerrado. **Mycologia**, v. 103, n. 2, p. 261-272, 2011.
- NASCIMENTO, C.A.; PIRES-ZOTTARELLI. C.L.A. Chytridiales (Chytridiomycota) do Parque Estadual da Serra da Cantareira, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 23, p. 459-472, 2010.
- NASCIMENTO, C.A.; PIRES-ZOTTARELLI. C.L.A. Chytridiales (Chytridiomycota) do Parque Estadual da Serra da Cantareira, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasileira**, v. 23, p. 459-472, 2009.
- NIQUIL, N. et al. Potential role of fungi in plankton food web functioning and stability: a simulation analysis based on Lake Biwa inverse model. **Hydrobiologia**, 659: 65-79. 2011.
- ORDUZ, S. et al. Five new isolates of the mosquito pathogenic fungus *Lagenidium giganteum* (Oomycetes: Lagenidiales) from Colombia. **Memorias del Instituto Oswaldo Cruz**, v. 87, p. 597-599. 1992.
- PANCHAI, K. et al. Freshwater oomycete isolated from net cage cultures of *Oreochromis niloticus* with water mold infection in the Nam Phong River, Khon Kaen Province, Thailand. **AAFL Bioflux**, 2014.
- PEREIRA, A. A.; ROCHA, J. R. S. *Pythium* (Pythiaceae): três novos registros para o nordeste do Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, v. 33, p. 347-350, 2008.
- PEREIRA, L. C. et al. **Multiuso da água e educação ambiental**: ensaio teórico. Embrapa Meio Norte. Jaguariúna, 2006.
- PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. **Levantamento dos fungos zoospóricos (Mastigomycotina), da Represa do Lobo ("Broa"), São Paulo, SP**. 1990. 176p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1990.
- POLLI, G. M.; KUHNEN, A. Representações Sociais da Água e Tecnologias Sociais. **Psico**, v. 44, n. 1, p. 103-113. 2013.
- REIS, E. M. Disseminador de doenças. **Cultivar HF**, v. 29, p. 10-15. 2005.

ROCHA, M. **Micota zoospórica de lagos com diferentes trofias do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI)**, São Paulo, SP, Brasil. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2004.

ROCHA, J.R.S. et al. The genus *Pythiogeton* (Pythiogetonaceae) in Brazil. **Mycosfera**, v. 5, n. 5, p. 623-634. 2014.

ROCHA, J.R.S. **Fungos zoospóricos em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. 2002. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. 2002.

SAAD, A. R. et al. IQA do Reservatório do Tanque Grande, município de Guarulhos, Estado de São Paulo, Brasil. **Geociências**, v, 6, n. 1, 2007.

SANTOS, L. B.; SIQUEIRA, K. P. Oficina mitos e verdades da biologia invisível. **Revista da SBEnBio**, v. 7, 2014.

SCHOELEIN-CRUSIUS, I. H. et al. Amostragem em Limnologia: os fungos aquáticos. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D.C. (Org.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, 2004. p. 179-191.

SEKIMOTO, S. et al. Molecular phylogeny of an unidentified Haliphthoros-like marine oomycete and *Haliphthoros milfordensis* inferred from nuclear-encoded small- and large-subunit rRNA genes and mitochondrial-encoded *cox2* gene. **Mycoscience**, v. 48, p. 212-221. 2007.

SHEARER, C.A. et al. Fungal biodiversity in aquatic habitats. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 49–67. 2007.

SHRESTHA, S. K. et al. Oomycetes baited from streams in Tennessee 2010–2012. **Mycologia**, v. 105, n. 6, p.1516-1523. 2013.

SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SILVA, V. B. G. et al. **Elaboração de Isolinas para Análise Físico-Química do Açude Castanhão**. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17. 2015, João Pessoa. **Anais...** Paraíba: SBSR, 2015.

SOUZA, J. R. et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do ProdeMa**. Fortaleza, Brasil, v. 8, n.1, p. 26-45. 2014.

SPARROW Jr., F. K. **Aquatic Phycomycetes**. 2ed. Ann Arbor: University of Michigan Press, EUA. 1960. 11-87 p.

SPARROW Jr., F. K. Ecology of freshwater fungi. In: Ainsworth GC, Sussman A. S., eds. **The Fungi: an advanced treatise** vol. 3. New York: **Academic Press Inc.**, 41-93, 1968.

SPIES, C.F. J. et al. Oogonial biometry and phylogenetic analyses of the *Pythium vexans* species group from woody agricultural hosts in South Africa reveal distinct groups within this taxon. **Fungal Biology**, v.115, p. 157-168, 2011.

STECIOW, M.M. et al. **Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophoridss status of knowledge in South America**. *Darwiniana*, v. 50, n. 1, 2012.

STECIOW, M. M. Variación estacional de los Oomycetes en un ambiente contaminado: Río Santiago y afluentes (Buenos Aires, Argentina). **Revista Iberoamericana de Micología**, v.15, p. 40-43, 1998.

TRINDADE JUNIOR, O.C.; ROCHA, J. R. S. Diversidade de fungos zoospóricos em Lagoas de Teresina, Piauí. In: Congresso Latiamericano de Botânica, 11. 2014, Salvador. **Anais...** Bahia: SBSR, 2014.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008. 632 p.

VIVAR MUÑOZ, V.; F. L. BERNAL. Control de saprolégniales por ácido acético, cloruro de sodio y verde malaquita en huevos de trucha arcoiris. **Boletín Micológico**, v. 13, p. 29-34. 1998.

VORONIN, L V. Zoosporic fungi in freshwater ecosystems. **Inland Water Biol.**v. 1, p. 341-346, 2008.

WILLIOUGHBY, L. G. The occurrence and distribution of reproductive spores of *Saprolegnia* in freshwater. **J. Ecol.**, v. 50, p. 733-759, 1962.

WURZBACHER, C. M. et al. Fungi in lake ecosystems. **Aquatic Microbial Ecology**, v.59, p. 125–149, 2010.

ZAROR, L. et al. *Saprolegnia parasitica* in salmon and trout from southern Chile. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 36, p. 71-78. 2004.

3 METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia, os resultados e discussão serão apresentados na forma de artigos científicos. O artigo I, intitulado “Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil” foi elaborado conforme as normas da Revista Pesquisas, Botânica.

O artigo II, “Aspectos ecológicos de comunidades de oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí”, que apresenta os resultados dos índices ecológicos que caracterizam a comunidade de oomicetos relacionando-os à variáveis ambientais foi elaborado de acordo com as normas da revista Gaia Scientia.

O artigo III, “Qualidade da água, usos e potencial patogênico de oomicetos do Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí”, conforme as normas da Revista Eletrônica do PRODEMA – REDE apresenta a discussão sobre a qualidade e os usos da água do Complexo Açude Joana e relaciona os oomicetos com potencial patogênico.

O artigo IV, intitulado “A “invisibilidade” dos oomicetos e a percepção socioambiental de comunidade na bacia do rio Corrente, Pedro II, Piauí, Brasil” apresenta os dados de entrevista que abordou a percepção da população local sobre a “invisível” diversidade de oomicetos e sobre os corpos d’água do Complexo Açude Joana, elaborados conforme as diretrizes da Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente.

OOMICETOS (OOMYCOTA) NO COMPLEXO AÇUDE JOANA, PEDRO II, PIAUÍ, BRASIL

Joseane Lustosa Machado¹
José de Ribamar de Sousa Rocha²

Abstract

The oomycetes (Oomycota) are important in terrestrial and aquatic ecosystems and act in the cycling of nutrients. This research aimed to know the diversity of oomycetes in the Complexo Açude Joana, in the municipality of Pedro II, Piauí, with a view to increasing the occurrence information for Country. In water and soil samples, 24 taxa, belonging to 12 genera and eight families, were identified from a total of 96 occurrences. Among the identified species *Myzocytiopsis zoophthora*, *Dictyuchus sterile* and *Plectospira gemmifera* are first citations for Brazil, *Brevilegnia subclavata* and *Achlya americana* are first record for Piauí. The diversity found in this research is similar to existing records in the country.

Key words: Geographic distribution, Diversity, Zoosporic organisms.

Resumo

Os oomicetos (Oomycota) são importantes nos ecossistemas terrestres e aquáticos, atuando na ciclagem de nutrientes. Esta pesquisa objetivou conhecer a diversidade de oomicetos no Complexo Açude Joana, no município de Pedro II, Piauí, com vistas a ampliar as informações de ocorrência para o país. Em amostras de água e solo foram identificados 24 táxons, pertencentes a 12 gêneros e oito famílias, de um total de 96 ocorrências. Entre as espécies identificadas *Myzocytiopsis zoophthora*, *Dictyuchus sterile* e *Plectospira gemmifera* são primeiras citações para o Brasil, *Brevilegnia subclavata* e *Achlya americana* são primeiras para o Piauí. A diversidade encontrada nesta pesquisa é semelhante a registros existentes no país.

Palavras-chave: Distribuição geográfica, Diversidade, Organismos zoospóricos.

¹ Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/MDMA – UFPI, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil. joseanelmachado@gmail.com.

² Doutor em Ciências Biológicas (Botânica-Micologia). Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia, Laboratório de Micologia, Campo Petrônio Portela, Ininga, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/MDMA – UFPI. ribamar10@hotmail.com.

Introdução

O Filo Oomycota, Reino Chromista (*Straminipila pro parte*), apresenta uma única classe (Oomycetes), composta por 13 ordens, 25 famílias, 106 gêneros e 956 espécies (Kirk *et al.*, 2008). Fundamentado em caracteres morfológicos de estruturas assexuadas (zoosporângios) e sexuadas (oogônios e anterídios), pelo crescimento filamentosos e presença de hifas cenocíticas, estes organismos foram relacionados aos fungos, no entanto, a partir de análises filogenéticas, constatou-se que estão estreitamente relacionados com os eustramenópilos, apresentando parece celular geralmente composta por celulose (Madigan *et al.*, 2016).

Os oomicetos têm representantes nos diversos ecossistemas terrestres, de águas continentais e marinhas, contudo os estudos predominam em habitats de água doce. Eles atuam na ciclagem de nutrientes degradando substratos celulósicos, queratinosos e quitinosos (Jesus *et al.*, 2013), vivendo no mesmo nicho ecológico dos fungos. Além de sapróbios, podem ocorrer como parasitas de macrófitas, crustáceos, peixes, rotíferos, nematóides, artrópodes, algas, outros oomicetos e fungos em ecossistemas aquáticos e no solo, sendo também fonte de alimento ao zooplâncton (Voronin, 2008; Kestrup *et al.*, 2011).

Apesar da importância dos oomicetos para os ecossistemas, sua diversidade é pouco conhecida, principalmente em áreas tropicais e subtropicais, já que apresentam condições ambientais mais favoráveis e elevado número de nichos ecológicos (Steciow *et al.*, 2012). O conhecimento da diversidade de fungos *stricto sensu* e *lato sensu* apresenta-se inconsistente e não abrangem todos os ecossistemas.

No Brasil, tem-se o registro de 196 espécies de oomycota, sendo o gênero *Pythium* o mais rico com 41 espécies (Maia *et al.*, 2015). Os estudos realizados no país resultaram no conhecimento de aproximadamente 10% dos táxons identificados para o mundo, percentual considerado baixo para um país tropical (Nascimento & Pires-Zottarelli, 2012).

Das pesquisas de detecção e caracterização destes organismos no Brasil, destaca-se a região sudeste que apresenta 149 espécies registradas, seguida pela região nordeste com 80 espécies. Entre os estados sobressai São Paulo com a identificação de 131 espécies (Milanez *et al.*, 2007). Para o Piauí, são registradas 42 espécies (Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017), correspondendo a 4,3% do total de oomicetos registrados para o planeta por Kirk *et al.* (2008).

Considerando que o estudo desses organismos é escasso, objetivou-se identificar oomicetos no Complexo Açude Joana, no município de Pedro II, Piauí, visando ampliar as informações de ocorrência para o Brasil.

Material e Métodos

O município de Pedro II, Piauí, apresenta uma área de 151.819 ha, com 145.555 ha de seu território na Área de Preservação Ambiental da Serra da Ibiapaba (ISA, 2017). A vegetação característica é caatinga (IBGE, 2017), com clima tropical chuvoso alternadamente úmido e seco, (Aguiar & Gomes, 2004), e temperaturas anuais que variam entre 18 °C, no período chuvoso, a 30 °C, nos meses de estiagem (Freitas *et al.*, 2016).

A Barragem Joana, inaugurada em agosto de 1996, barra o rio Corrente a cerca de 2 km a jusante da cidade de Pedro II, sendo a água do reservatório utilizada para o abastecimento público. O rio é intermitente, com alimentação pluvial, apresentando como principais nascentes: Pirapora, Bananeira e Buritizinho (Batista *et al.*, 2016).

Nesta pesquisa, a área de estudo será denominada Complexo Açude Joana, agregando nascente Bananeira, trecho do rio Corrente e açude Joana. Para o levantamento da diversidade de oomicetos, foram realizadas cinco coletas (novembro/2015; fevereiro/2016; abril/2016; maio/2016 e agosto de 2016), em oito pontos (Tabela 1).

Tabela 1 - Pontos de coleta no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí.

Pontos	Localização	Coordenadas Geográficas
P1	Rio Corrente	4°25'83,9S/41°27'28,8"W
P2	Rio Corrente	4°25'89,1S/41°27'32,1"W
P3	Nascente Bananeira	4°25'64,4S/41°27'76,2"W
P4	Açude Joana.	4°25'97,4S/41°28'38,0"W
P5	Açude Joana.	4°26'05,0S/41°28'46,6"W
P6	Açude Joana.	4°26'15,9S/41°28.40,0"W
P7	Açude Joana.	4°25'94,9S/41°28.23,4"W
P8	Açude Joana.	4°26'48,4S/41°28.40,5"W

Com auxílio de frascos de Wheaton (100 mL) identificados, foram coletadas amostras de água a uma profundidade de até 10 cm juntamente com detritos vegetais e animais. Também foram coletadas amostras de aproximadamente 200 g de solo das margens, após remoção da camada superficial com auxílio de espátula, a uma profundidade de até 15 cm e acondicionados em sacos plásticos identificados.

O material coletado (água e solo) foi processado no Laboratório de Micologia/Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (UFPI) utilizando a técnica de iscagem múltipla (Milanez, 1989). Foram transferidas para placas de Petri, alíquotas de 30 mL de água que foram iscadas com substratos celulósicos (epiderme de cebola, semente de sorgo (*Sorghum* sp.), papel celofane, palha de milho e papel filtro), quitinosos (asa de cupim) e queratinosos (fios de cabelo humano; escamas de peixe e ecdise de cobra). Das amostras de solo, 30g foram dissolvidas em 40 mL de água destilada e iscadas de modo semelhante às amostras de água. As placas de água e solo foram incubadas em temperatura ambiente (30-32 °C).

No quinto dia de incubação, cada isca foi colocada sobre lâmina com água destilada e coberta com lamínula para ser examinada no microscópio óptico (Olympus, modelo BX41) para observação da colonização. Após o desenvolvimento das colônias nas iscas, as espécies de oomicetos foram purificadas em meio de cultura: MP5 (4 g de maltose, 1 g de peptona, 15 g de ágar e 1.000 mL de água destilada) e CMA (17 g de “cornmeal ágar” e 1.000 mL de água destilada com adição de 0,2 g de penicilina G (benzilpenicilina)).

Com o crescimento da colônia pura no meio específico, os espécimes foram transferidos para placas de Petri com água destilada e substratos orgânicos. Depois de incubados por cinco dias, lâminas foram preparadas para a identificação das espécies, descrição taxonômica e registro fotográfico (Kodak EasyShare C182).

As espécies de oomicetos foram identificadas de acordo com Sparrow Jr. (1960), Plaats-Niterink (1981), Johnson Jr. *et al.* (2002) e descrições originais, sendo atualizados de acordo com nomenclatura aceita por Species Fungorum (2017). A distribuição geográfica das espécies no Brasil, modo de vida e substrato são relatados de acordo com Milanez *et al.* (2007), Forzza *et al.* (2010) e Lista de Espécies da Flora do Brasil (2017).

Resultados e Discussão

A partir de 72 amostras, 32 de água e 40 de solo, foram isolados 96 oomicetos distribuídos em oito famílias, sendo a mais representativa a família Saprolegniaceae com sete táxons, seguida por Leptolegniaceae e Pythiaceae com cinco representantes, Pythiogetonaceae com três e com um representante as famílias Leptolegniellaceae, Myzocytiopsidaceae, Olpidiopsidaceae e Peronosporaceae. Entre as famílias, foram identificados 12 gêneros com 24 táxons no total, sendo três em nível de gênero (*Aphanomyces* sp., *Dictyuchus* sp., *Olpidiopsis* sp.) e 21 em nível de espécie (*Aphanomyces helicoides* Minden, *Aphanomyces keratinophilus* (M. Ôkubo & Kobayasi) R. L. Seym. & T. W. Johnson, *Plectospira gemmifera* Drechsler, *Plectospira myriandra* Drechsler, *Leptolegniella keratinophila* Huneycutt, *Myzocytiopsis zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick, *Phytophthora palmivora* (E. J. Butler) E.J. Butler, *Globisporangium echinulatum* (V. D. Matthews) Uzuhashi, Tojo & Kakish., *Globisporangium mamillatum* (Meurs) Uzuhashi, Tojo & Kakish., *Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish., *Phytophthora palingenis* (Drechsler) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque, *Phytophthora vexans* (de Bary) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque, *Pythiogeton dichotomum* Tokun., *Pythiogeton ramosum* Minden, *Pythiogeton uniforme* A. Lund, *Achlya americana* Humphrey, *Achlya flagellata* Coker, *Achlya orion* Coker & Couch, *Achlya proliferoides* Coker, *Brevilegnia subclavata* Couch. e *Dictyuchus sterile* Coker) (Tabela 2).

Das espécies identificadas, ressaltam-se os primeiros registros para o Brasil de *M. zoophthora*, *D. sterile* e *P. gemmifera*; e para o Piauí, *A. americana* e *B. subclavata*, além do registro de nova ocorrência de espécies já relatadas em outras regiões, contribuindo com o conhecimento sobre a distribuição geográfica destes organismos no Brasil.

Todos os táxons estão descritos, comentados e ilustrados, a seguir.

Tabelas 2 – Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil.

Chromista

Oomycota

Leptolegniaceae

Aphanomyces helicoides Minden*Aphanomyces keratinophilus* (M. Ôkubo & Kobayasi) R. L. Seym. & T. W. Johnson*Aphanomyces* sp.*Plectospira gemmifera* Drechsler*Plectospira myriandra* Drechsler

Leptolegniellaceae

Leptolegniella keratinophila Huneycutt

Myzocytiopsidaceae

Myzocytiopsis zoophthora (Sparrow) M. W. Dick

Olpidiopsidaceae

Olpidiopsis sp.

Peronosporaceae

Phytophthora palmivora (E. J. Butler) E.J. Butler

Pythiaceae

Globisporangium echinulatum (V. D. Matthews) Uzuhashi, Tojo & Kakish.*Globisporangium mamillatum* (Meurs) Uzuhashi, Tojo & Kakish.*Globisporangium ultimum* (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish.*Phytophthora palingenes* (Drechsler) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lohdi & Lévesque*Phytophthora vexans* (de Bary) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Levesque

Pythiogetonaceae

Pythiogeton dichotomum Tokun.*Pythiogeton ramosum* Minden*Pythiogeton uniforme* A. Lund

Saprolegniaceae

Achlya americana Humphrey*Achlya flagellata* Coker*Achlya orion* Coker & Couch*Achlya proliferoides* Coker*Brevilegnia subclavata* Couch*Dictyuchus* sp.*Dictyuchus sterile* Coker

REINO CHROMISTA

FILO OOMYCOTA

LEPTOLEGNIACEAE

Aphanomyces helicoides Minden, Kryptogamenfl. Mark Brandenburg (Leipzig) 5: 559.1915.

Figura 1a-b

Hifa delicada, frequentemente formando nós. Zoosporângio filamentosos, longo. Zoósporos primários encistados. Oogônio terminal ou lateral 25-30 µm diâm., esférico, ramificado que formam um denso grupo. Oósporo esférico castanho-claro, 22-25 µm diâm., com grande glóbulo central lipídico. Anterídio 1-5 por oogônio, largo e cilíndrico, ramo anteridial simples ou ramificado, monóclino ou díclino, formando espirais helicoides sobre o pedúnculo do oogônio, oogônio e hifa adjacente.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 22-II-2016, *J. L. Machado* (S1/2).

A espécie no Brasil ocorre nos estados do Amazonas, Minas Gerais, Piauí e São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado concorda com a descrição de Scott (1961), Rocha (2002) e Johnson Jr. *et al.* (2002). No isolado observa-se a presença de ramos anteridiais que formam espirais helicoides em oogônio, pedúnculo e hifas adjacentes (Figura 1a). Os anterídios são geralmente monóclinos (Figura 1b). A espécie com modo de vida sapróbio pode ser encontrada na água e solo, neste estudo o isolado foi observado apenas em amostras de solo.

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

Figura 1c-d

Hifa delicada, pouco ramificada. Zoosporângio filamentosos, longo. Zoósporos primários encistados, 7,5-11,3 µm diâm. Oogônio terminal ou lateral em ramos curtos, esféricos ou piriformes 20-30 µm diâm. Anterídios andróginos e monóclinos, ramos anteridiais ramificados, contorcidos e

irregulares. Oósporos esféricos, 17-27 μm diâm., paredes finas com uma grande gota lipídica no centro, incolor.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, 25-IV-2016, 30-V-2016, *J. L. Machado* (S1/1).

O Piauí é o único estado com ocorrência confirmada (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado concorda com a descrição de Rocha (2002), apresentando zoosporângios filamentosos (Figura 1c), com oósporo de parede fina que apresenta uma grande gota lipídica (Figura 1d). O táxon apresenta modo de vida sapróbio, encontrado no solo, similar ao isolado observado.

***Aphanomyces* sp.**

Figura 1e-f

Hifa delicada, pouco ramificada. Zoosporângio filamentoso, curto, liberação aclióide. Zoósporos primários encistados esféricos 7-10 μm diâm. Oogônio e anterídio não observados.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 30-V-2016, *J. L. Machado* (S3/4).

O isolado observado apresentou estruturas assexuadas característica do gênero *Aphanomyces*. O espécime foi observado em larva de inseto (Figura 1e), apresentando zoosporângios filamentosos e zoósporos encistados, geralmente 12 unidades, de forma esférica (Figura 1f), características insuficientes para a definição da espécie.

O gênero geralmente é saprófitico em detritos de animais e plantas, encontrado no solo e água, podendo também parasitar protozoários, rotíferos, crustáceos, algas e outros oomicetos. As espécies *A. helicoides*, *A. scaber*, *A. amphigynus* e *A. stellatus* foram descritas como sapróbios em insetos aquáticos (Scott, 1961).

***Plectospira gemmifera* Drechsler, J. Agric. Res., Washington 38: 349. 1929.**

Figura 2a-f

Zoosporângio lobulado, formando complexos, com um tubo de liberação longo, liberação do tipo aclióide. Zoósporos encistados 10-11 μm diâm. Gema abundante, esférica ou piriforme, 35-40 μm diâm. Oogônio esférico, geralmente terminal 22-30 μm diâm., pedúnculo curto ou longo. Oósporo único, subcêntrico, 12,5-22 μm . Anterídios um a vários por oogônio.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 30-V-2016, *J. L. Machado* (S1/1).

Essa é a primeira citação de ocorrência para o Brasil. O isolado concorda com a descrição de Drechsler (1929) que se diferencia de *P. myriandra*, já citada para o Brasil, pela presença de gemas abundantes, esféricas ou piriformes, (Figura 2a), com longo tubo de liberação (Figura 2b). Os zoosporângios são lobulados (Figura 2c), os zoósporos permanecem enfileirados até completa liberação (Figura 2d). Apresenta de um a vários anterídios por oogônio, com apenas um oósporo (Figura 2e-f). O isolado foi observado em amostra de solo.

***Plectospira myriandra* Drechsler, J. Agric. Res., Washington 34: 295. 1927.**

Figura 3a-f

Zoosporângio lobulado, formando complexos. Zoósporos encistados 10-12,5 μm diâm., com liberação aclióide. Oogônios esféricos, 22,5-30 μm diâm. Oósporos subcêntrico, 12,5-22,5 μm . Ausência ou presença de um a vários anterídios por oogônio, díclinos ou monoclinos. Célula anteridial, cilíndrica e inflada.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, 22-II-2016 e 25-IV-2016, *J. L. Machado* (S4/1).

O táxon ocorre no Piauí e em São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado concorda com a descrição de Drechsler (1927) e Rocha (2002), apresentando zoosporângios lobulados, com a formação de complexos (Figura 3a-b). Os zoósporos são liberados por longo tubo, ficando encistados e depois são liberados para colonizar novos substratos (Figura 3c-e). Os oogônios são geralmente terminais com pedúnculo curtos, com presença ou ausência de anterídios (Figura 3f). A espécie apresenta modo de vida sapróbio, podendo ser encontrada em amostra de água e solo, este isolado foi observado apenas em amostras de solo.

LEPTOLEGNIELLACEAE

***Leptolegniella keratinophila* Huneycutt, J. Elisha Mitchell Scient. Soc. 68: 110. 1952.**

Figura 4a-b

Micélio extensivo com hifas irregulares ramificadas. Zoosporângio ramificado, reto ou sinuoso com o mesmo diâmetro da hifa. Esporo de resistência de parede espessa, esférico 10-15µm diâm., com um ou mais glóbulos refrativos.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015 e 22-II-2016, *J. L. Machado* (S2/1).

A espécie no Brasil foi encontrada nos estados do Amazonas, Pernambuco, Piauí e São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado apresentou esporos de resistência típicas e abundantes (Figura 4a) com parede espessa e grande glóbulo refrativo central (Figura 4b), concordando com a descrição de Milanez (1970). O táxon com modo de vida sapróbio foi encontrado em amostra de solo, similar ao isolado observado.

MYZOCYTIOPSISIDACEAE

Myzocytiopsis zoophthora (Sparrow) M. W. Dick, Mycol. Res. 101(7): 879. 1997.

Figura 4c-f

Hifas com ou sem constrições, septações estreitas e discretas, segmentos 5-20 µm diâm., comprimento variável. Zoosporângio irregular, em forma de saco ou lobado, um único tubo de liberação. Zoósporos emergindo em sucessão. Oogônio esférico, 15-20 µm diâm., oval, elipsóide ou lobado. Anterídio globoso, 12-20 µm diâm., cilíndrico ou irregular. Oósporo esférico, 12-15 µm em diâm., hialino, parede lisa e espessa, com um grande glóbulo refrativo. Germinação não observada.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, *J. L. Machado* (S2/1).

O táxon é primeira citação para o Brasil. O gênero no país é representado pelas espécies *M. humana* e *M. microspora*, ocorrendo em São Paulo e Amazonas (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O espécime examinado apresenta sistema de hifas com segmentos de comprimento variável e zoosporângios com formato irregular (4c). Os oogônios foram formados isoladamente, apresentando oósporos esféricos de paredes espessas e com um grande glóbulo refrativo central (Figura 4d-f). Este isolado foi observado em amostra de solo, parasitando *Lecane* sp. Kiziewicz (2012) e Wolska & Mazurkiewicz-Zapalowicz (2013) observaram parasitando rotíferos em amostras de água.

OLPIDIOPSISIDACEAE

***Olpidiopsis* sp.**

Figura 5a-f

Micélio endobiótico, holocárpico, não causando hipertrofia em esporos do hospedeiro. Zoosporângio um a vários, geralmente oval, esférico 15-30 µm, elipsoide, variável em tamanho; parede lisa, hialina, um tubo de liberação de zoósporos, cilíndrico, 3-17 µm de comprimento. Zoósporos não observados. Oósporo esférico, 13-30 µm, com um ou mais glóbulos refringentes, parede do exósporo hialina, lisa, espessa, 1,5-3,5 µm em espessura. Anterídio não observado.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 25-IV-2016, *J. L. Machado* (S1/3).

Olpidiopsis sp. parasitou esporos de micorriza (Glomeromycota) (Figura 5a). O zoosporângio tem um tubo de liberação de zoósporos que atravessa a parede do espora do hospedeiro (Figura 5b-c). No espora do hospedeiro podem ser produzidos vários zoosporângios globosos e esféricos, apresentando conteúdo granular (Figura 5d-e). O oósporo produzido tem parede espessa, lisa e conteúdo granular (Figura 5f).

O táxon com maior semelhança a este espécime foi *Olpidiopsis indica* G. C. Srivast. Este isolado não causou dilatação em micorriza (Glomeromycota). Os zoosporângios são similares a *O. indica* em forma, quantidade e tamanho. *O. indica* apresentam zoosporângios de 17-24 µm diâm., parede lisa, hialina, tubo de liberação cilíndrico e espora de resistência com parede lisa, hialina, 1,7-3,4 µm. Apresentam anterídio. Mas, neste isolado não foi possível distinguir anterídio, se existiam, de zoosporângio, porque possivelmente ambas estruturas podem apresentar tamanho e forma semelhantes. O Brasil apresenta como registros para o gênero as espécies *O. achlyae*, *O. brasiliensis*, *O. fusiforme*, *O. saprolegniae* e *O. varians*, registrado em Minas Gerais, São Paulo e Piauí (Milanez *et al.*, 2007).

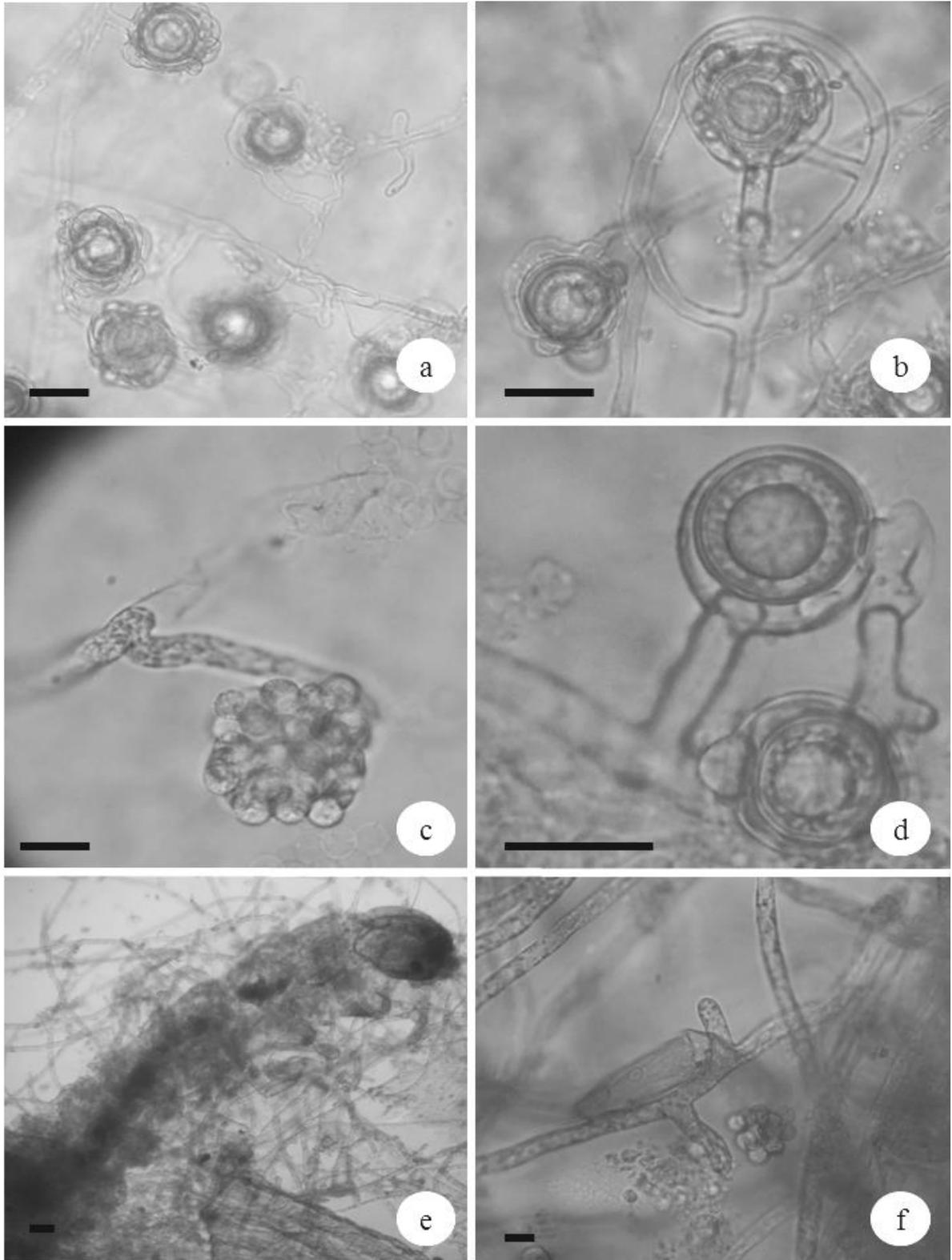


Figura 1: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. *Aphanomyces helicoides*. a. Ramos anteridiais formando espirais helicoides em oogônio, pedúnculo e hifas. b. Oogônio terminal com anterídios monóclinos. c-d. *Aphanomyces keratinophilus*. c. Zoosporângio filamentosos com zoósporos encistados. d. Oogônio com óosporo aplerótico e anterídio monóclino. e-f. *Aphanomyces* sp. e. Hifas colonizando larva de inseto; f. Zoosporângio filamentosos com zoósporos encistados. Barra: 20 μ m

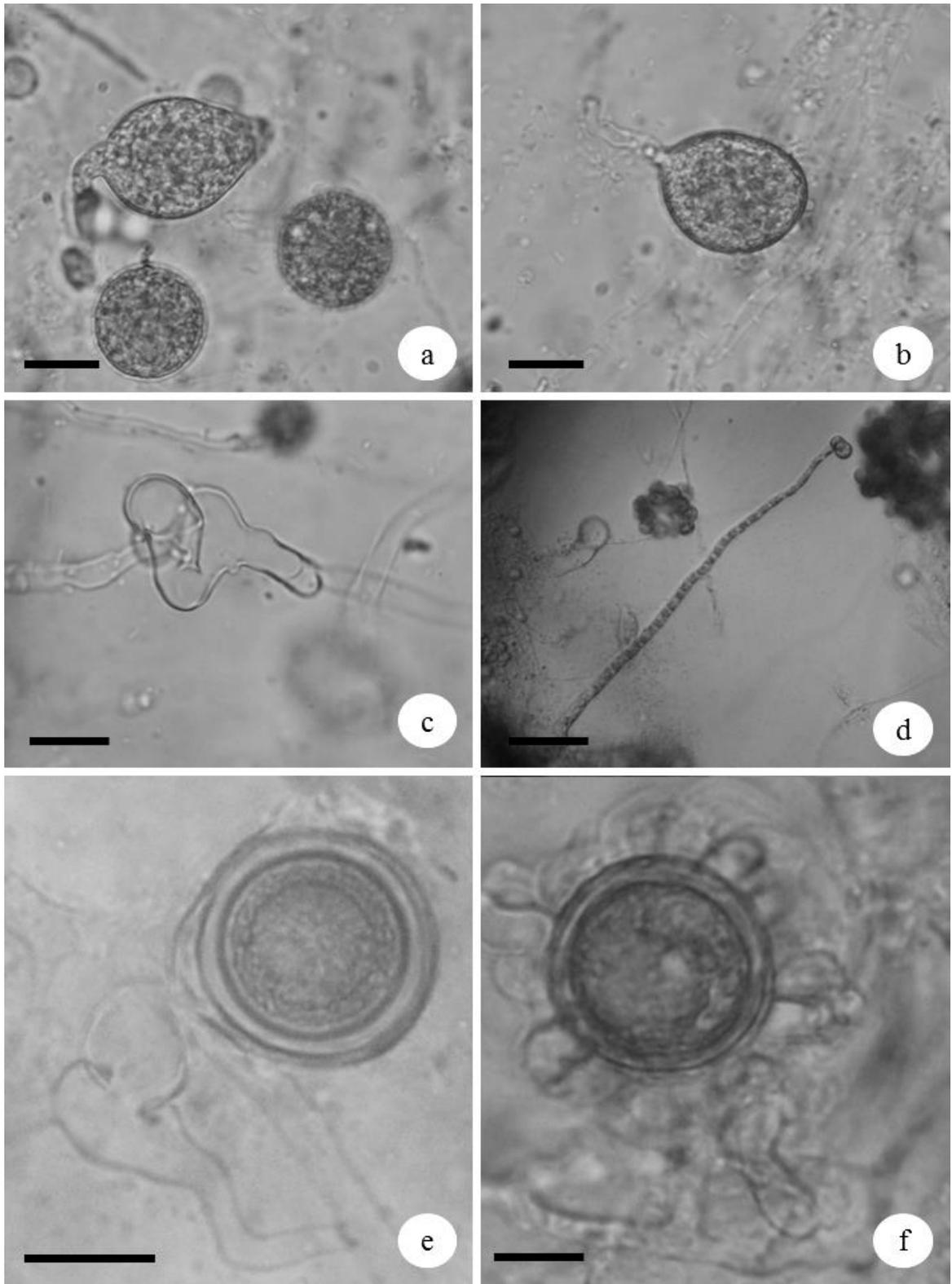


Figura 2: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Plectospora gemmifera*. a. Gemas abundantes e de diferentes formas, esféricas ou piriformes. b. Gema terminal com um tubo de liberação. c. Zoosporângio lobulado. d. Tubo de liberação com zoósporos enfileirados no momento da liberação. e. Oogônio com oósporo único atracado por um anterídio f. Oogônio com oósporo único atracado por vários anterídios. Barra: 20 μ m

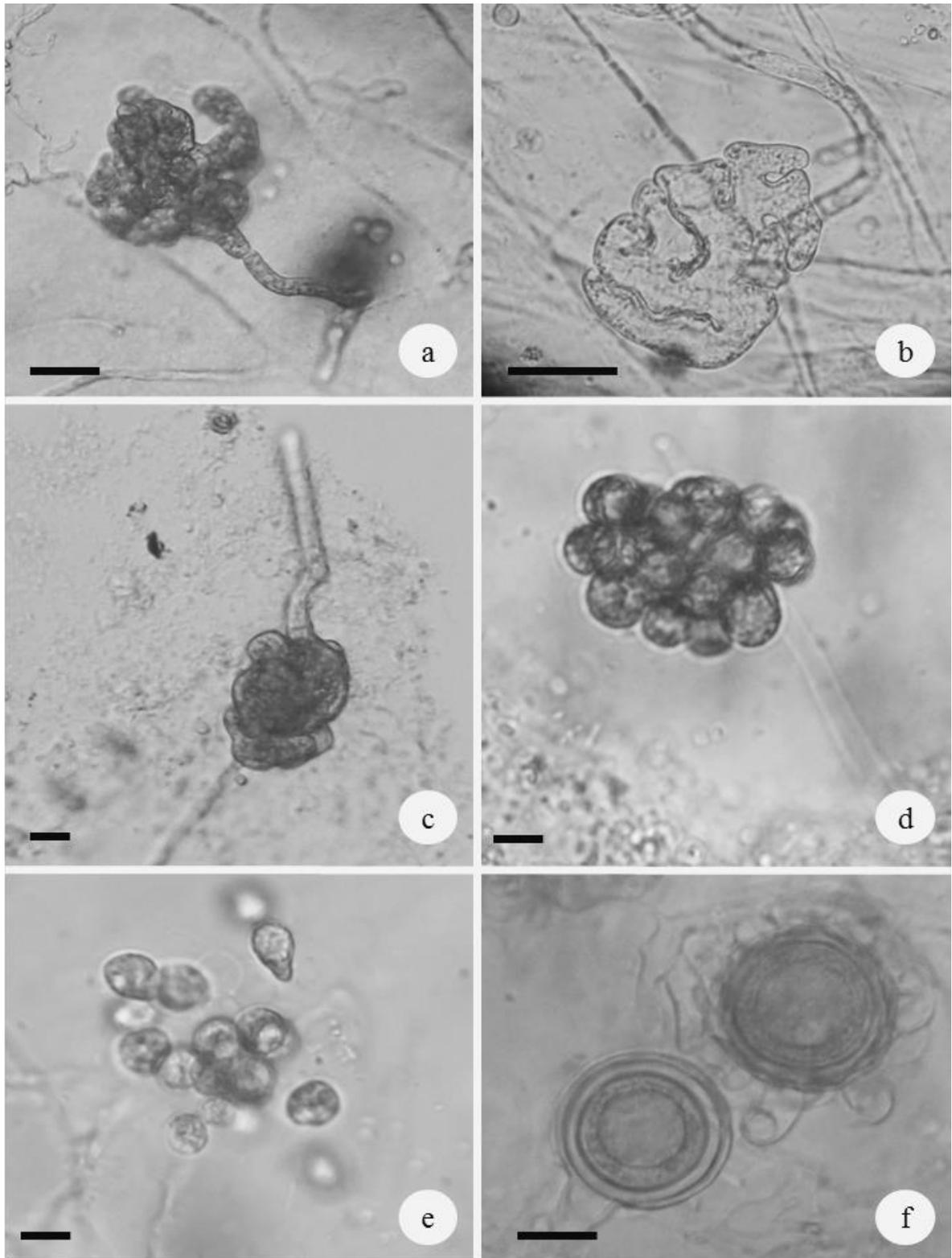


Figura 3: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Plectospira myriandra*. a. Zoosporângio lobulado, formando complexos. b. Zoosporângio lobulado vazio. c. Zoosporângio com tubo de liberação. d. Zoósporos encistados, com liberação aclióide. e. Liberação de zoósporos. f. Oogônios com oósporo único com e sem anterídios. Barra: 20 μm

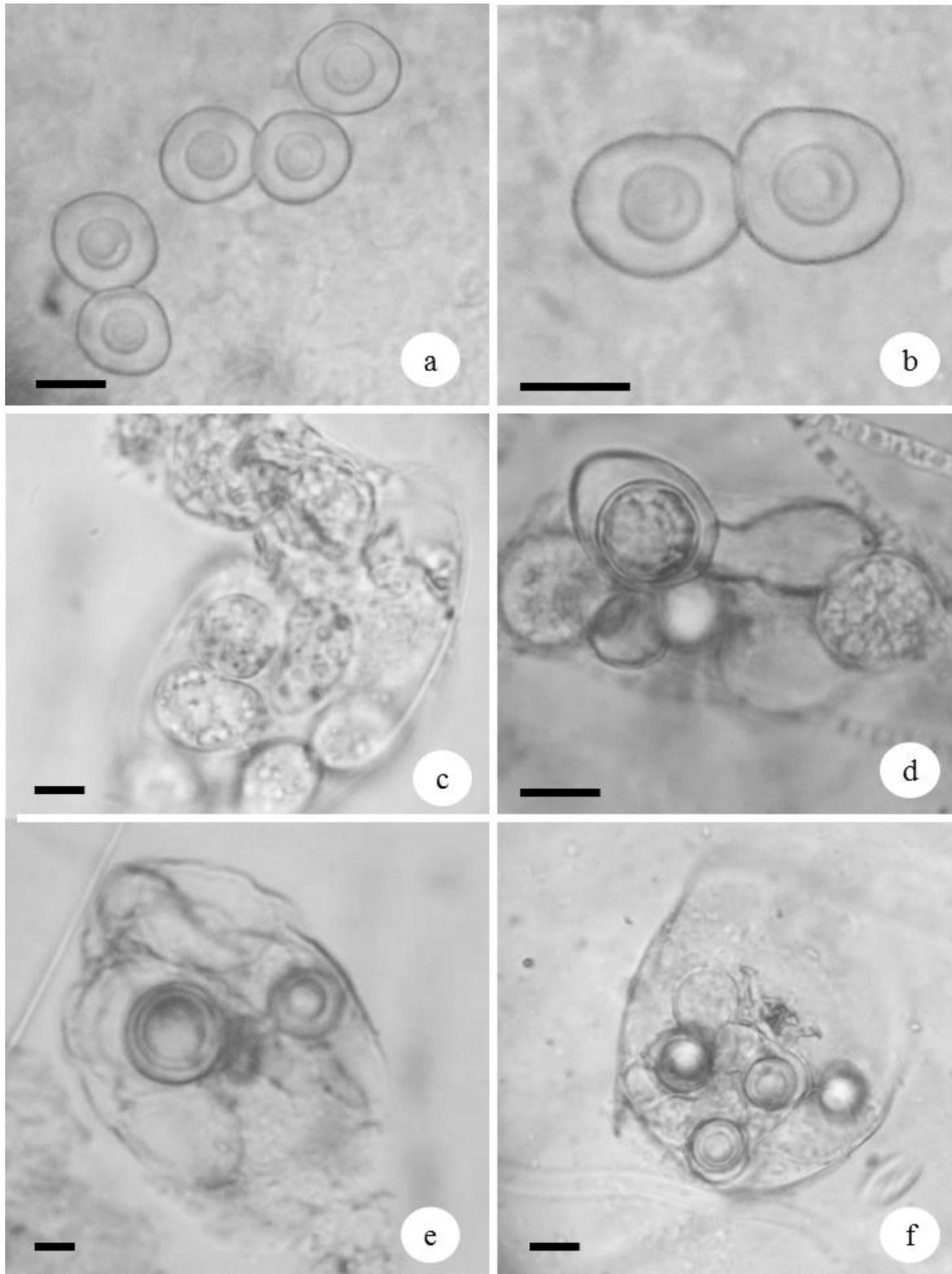


Figura 4: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. *Leptolegniella keratinophyla*. a. Esporos de resistência abundantes. b. Esporos de resistência com parede espessa e grande glóbulo refrativo central. c-f. *Myzocytiopsis zoophthora*. c. Zoosporângios com formato irregular em *Lecane* sp. d. Oogônio com oósporo com célula anteridial. e. Oogônio esférico de paredes espessas e com grande glóbulo refrativo central. f. Oogônio em corpo de hospedeiro *Lecane* sp. Barra: 20 μ m

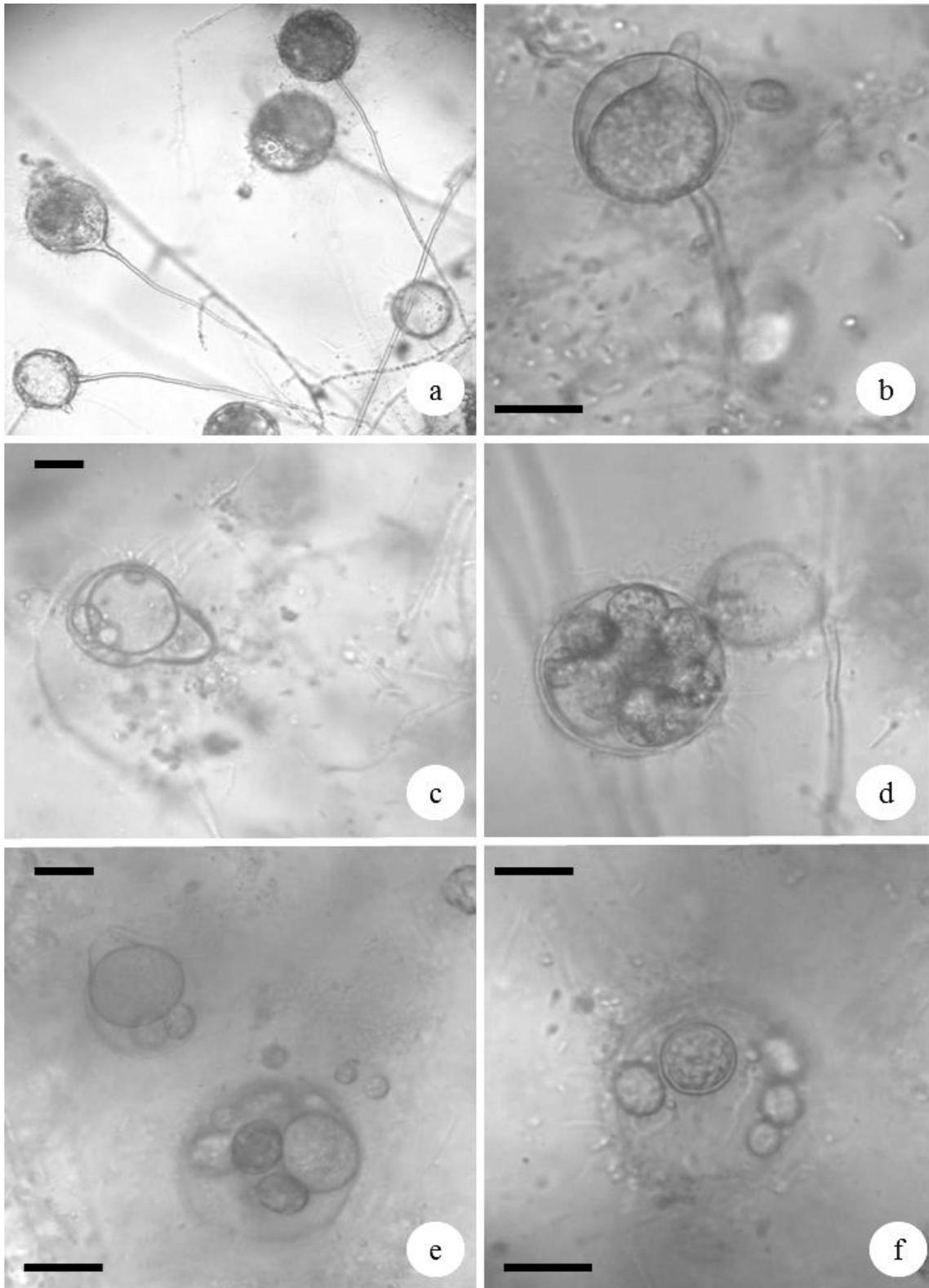


Figura 5: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Olpidiopsis* sp. a. Micorriza parasitada; b. Zoosporângio com tubo de liberação de zoósporos atravessando a parede do esporo do hospedeiro; c. Zoosporângio vazio em esporo do hospedeiro; d. Vários zoosporângios produzidos no esporo do hospedeiro; e. Zoosporângios globosos e esféricos com conteúdo granular em esporo do hospedeiro; f. Oósporo de parede espessa, lisa e conteúdo granular. Barra: 20 μ m

PERONOSPORACEAE

Phytophthora palmivora (E. J. Butler) E.J. Butler, Science Rep. Agric. Res. Inst. Pusa: 82(1919).
Figura 6a-f

Micélio heterotático, ramificado. Zoosporângio abundante, caducos, proeminentemente papilado, ovóide ou elipsóide, com proliferação interna 50-30 µm. Zoósporos nadando livremente após a liberação. Clamidósporo globoso, ovóide, terminais ou intercalares.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, J. L. Machado (S1/1).

A espécie é relatada no Acre, Amazonas, Pará, Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado concorda com a descrição de Luz *et al.* (2001). O isolado apresentou zoosporângios com formato ovóide (Figura 6a), papilados por onde ocorre a liberação dos zoósporos (Figura 6b). Os zoosporângios, após a liberação dos zoósporos não se destacaram da hifa, sendo denominados de caducos (Figura 6c-e) e apresentaram proliferação interna (Figura 6f), além da presença de clamidósporo terminal globoso. A espécie é parasita de folhas, frutos e raiz. Nesta pesquisa foi obtido de amostra de solo.

PYTHIACEAE

Globisporangium echinulatum (V. D. Matthews) Uzuhashi, Tojo & Kakish., Mycoscience 51(5): 361. 2010.

Figura 7a-b

Zoosporângio globoso ou esférico, terminal ou intercalar, às vezes agrupado, 18-25 µm diâm. Oogônio terminal ou intercalar com parede com ornamentações espinhosas agudas, 17,5-22,5 µm diâm. Anterídio hipógino, monóclinos ou díclinos, geralmente 1-2 por oogônio. Oósporos pleróticos ou appleróticos, hialinos, esféricos com parede lisa 12,5-17,5 µm diâm.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, J. L. Machado (S1/1).

O táxon é relatado em Pernambuco, Piauí e São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado concorda com a descrição de Matthews (1931), Plaats-Niterink (1981), Rocha (2002) e Baptista *et al.* (2004) citado como *Pythium echinulatum*, atualmente definido como *Globisporangium echinulatum* (Uzuhashi, Tojo & Kakish, 2010). O isolado apresenta zoosporângio globoso, terminal (Figura 7a). O oogônio apresenta parede com ornamentações espinhosas agudas (Figura 7b), característico do táxon. A espécie é sapróbia, encontrada no solo, idêntico nesta pesquisa.

Globisporangium mamillatum (Meurs) Uzuhashi, Tojo & Kakish., Mycoscience 51(5): 362. 2010.

Figura 7c-d

Zoosporângio globoso, terminal ou intercalar, 18-22 µm diâm. Oogônio terminal ou intercalar, globoso com parede com ornamentações cônicas obtusas ou mamiformes 15,5-22,5 µm diâm. Anterídios monóclinos ou díclinos, geralmente 1-2 por oogônio. Oósporos pleróticos, hialinos, esféricos com parede lisa 12-17 µm diâm.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, amostra de solo, 20-XI-2015 e 30-V-2016, J. L. Machado (S1/4).

A espécie foi registrada no Rio de Janeiro, São Paulo e Piauí (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado apresentou zoosporângio globular, terminal (Figura 7c), oogônio com ornamentações cônicas obtusas ou mamiformes em sua parede (Figura 7d), concordando com a descrição de Matthews (1931), Plaats-Niterink (1981). A espécie pode apresentar modo de vida sapróbio ou parasita, sendo encontrado no solo ou em raiz, nesta pesquisa foi obtido a partir de amostra de solo.

Globisporangium ultimum (Trow) Uzuhashi, Tojo & Kakish., Mycoscience 51(5): 363. 2010.

Figura 7e-f

Zoosporângio (sub)globoso, intercalar ou terminal, 17,5-22,5 µm de diâm. Oogônio globoso, liso, terminal ou intercalares, 20-22, 5 µm de diâm. Anterídio monóclino, originando-se abaixo do oogônio, às vezes hipógino 1-2 por oogônio. Oósporo applerótico, globoso, 17,5-20 µm de diâm.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 22-II-2016, 25-IV-2016 e 30-V-2016, J. L. Machado (S6/4).

No Brasil a espécie foi registrada no Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Piauí e Distrito Federal (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O espécime examinado concorda com a descrição de Plaats-Niterink (1981), sendo que as variedades antes definidas *P. ultimum* var. *ultimum* e *P. ultimum* var. *sporangiferum* foram agregadas como sinônimo de *Globisporangium ultimum*. O táxon apresenta zoosporângio globoso (Figura 7e) e oogônio liso, com anterídio originando-se abaixo do oogônio (Figura 7f). O táxon apresenta normalmente modo de vida saprofítico, com amostras de solo, aspecto comum ao isolado.

Phytophythium palingenes (Drechsler) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lohdi & Lévesque, *Personia* 34: 37. 2014.

Figura 8a-c

Hifa fina e micélio pouco desenvolvido. Zoosporângio globoso, terminal ou esféricos 20-34 µm diâm., laterais, lisos, com proliferação interna. Oogônio terminal ou intercalar, lateral ou sésil, 33 µm diâm. Anterídios 1-4 por oogônio, monoclinos. Células anteridiais simples, cilíndricas com contorno irregular. Oósporo amarelado apelerótico 27 µm diâm.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2016, 25-IV-2016, 30-V-2016 e 31-VIII-2016, *J. L. Machado* (S8/4).

Espécie com registro no Piauí e São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Jesus *et al.*, 2016; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os zoosporângios do isolado são globosos e terminais (Figura 8a), com ocorrência de proliferação interna (Figura 8b). O oogônio com oósporos e células anteridiais simples de contorno irregular (Figura 8c). O espécime observado foi obtido de amostra de solo, concordando com a descrição relatada por Rocha (2002), no Parque Nacional de Sete Cidades (PI), que identificou o táxon em amostra de solo com modo de vida sapróbio.

Phytophythium vexans (de Bary) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Levesque, *Personia* 34: 37. 2014.

Figura 8d-f

Zoosporângio liso, incolor, globoso, raramente limoniforme, terminais ou intercalares, isolados, 17,5-22,5 µm diâm. Oogônios terminais e solitários, 17-23 µm diâm. Oósporo incolor e liso, esférico e apelerótico, 12,5-20 µm diâm. Presença de um anterídio por oogônio, com células anteridiais em forma de sino, intercalar ou terminal com atracação apical.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, 22-II-2016 e 31-VIII-2016, *J. L. Machado* (S1/1).

Ocorre no Piauí, Pernambuco, São Paulo, Rio de Janeiro (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). A espécie examinada apresenta zoosporângios, oogônios e oósporos com diâmetro compatível com as descrições de Plaats-Niterink (1981) e Miranda & Pires-Zottarelli (2008). As principais características que auxiliam na identificação dessa espécie, são os zoosporângios globosos com liberação pitióide (Figura 9d), oósporos apeleróticos e células anteridiais em forma de sino e monóclinos (Figura 9e-f). A espécie pode ser obtida da água, solo e de raiz de plantas, podendo ser sapróbio ou parasita. Nesta pesquisa foi obtida de amostra de solo.

PYTHIOGETONACEAE

Pythiogeton dichotomum Tokun., *Trans. Sapporo nat. Hist. Soc.* 14(1): 12. 1935.

Figura 9a-b

Micélio de hifas finas e ramificadas. Zoosporângios terminais nas hifas principais ou laterais, ramificados dicotomicamente uma ou duas vezes, esféricos ou ovoides 21,3-28,8 µm diâm., com tubo de liberação curto. Oogônios e anterídios ausentes.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, 22.II.2016, 25.IV.2016, 30-V-2016, *J. L. Machado* (A3/1).

Ocorre no Maranhão e Piauí (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os isolados apresentam diâmetros compatíveis com a descrição de Rocha (2002) e Rocha *et al.* (2014), apresentando zoosporângio típico com disposição dicotômica (Figura 9a-b). Os espécimes podem ser obtidos em amostras de água e solo, como sapróbios, similar a esta pesquisa.

Pythiogeton ramosum Minden, in Falck, *Mykol. Untersuch. Ber.* 1: 243. 1916.

Figura 9c-d

Micélio com hifas finas, moderadamente ramificadas. Zoosporângios terminais esféricos ou bursiformes 15-50 µm x 30-100 µm diâm., que surgem de hifas em ângulo reto em relação à hifa sustentadora. Tubo de liberação curto ou longo. Oogônio e anterídio ausentes.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 22-II-2016 e 25-IV-2016, *J. L. Machado* (S5/3).

Ocorre no Amazonas, Rio de Janeiro, São Paulo, Pernambuco e Piauí (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os isolados apresentam características marcantes da espécie, como zoosporângio bursiforme (Figura 9c-d) com variações como citadas por Rocha *et al.* (2014), concordando com a descrição de Minden (1916). A espécie apresenta modo de vida sapróbio, em amostras de solo, comum a esse estudo.

Pythiogeton uniforme A. Lund, Mém. Acad. Roy. Sci. Lett. Danemark, Copenhague, Sect. Sci., 9 Série 6:54. 1934.

Figura 9e-f

Micélio com hifas finas e ramificadas. Zoosporângio terminal ou em ramos laterais longos, ocasionalmente intercalar, esférico ou globoso. Oogônios e anterídios ausentes.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-IX-2015, 25-IV-2016, 30-V-2016 e 31-VIII-2016, *J. L. Machado* (A3/3).

Espécie com registro no Piauí (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os isolados concordam com os registros de diferentes amostragens realizadas por Rocha *et al.* (2014), apresentando zoosporângio terminal (Figura 9e) e longo tubo de liberação (Figura 9f). Destaca-se a frequente ocorrência simultânea entre os isolados com o gênero *Achlya*. A espécie é sapróbia, encontrada na água e solo, similar ao observado nesta pesquisa.

SAPROLEGNIACEAE

Achlya americana Humphrey, Trans. Am. Phil. Soc., New Series 17: 116.1893-1892.

Figura 10a-f

Micélio extensivo. Hifa principal espessa e as laterais delgadas e curtas. Gemas esparsas. Zoosporângio clavado ou fusiforme, com liberação aclióide dos zoósporos. Oogônio abundante, lateral ou terminal, esférico. Pedúnculo do oogônio curto, 1/4–1 vez o diâmetro do oogônio. Oosferas maturando. Oósporos excêntricos, esféricos, 1–13 por oogônio. Anterídios monóclinos. Célula anteridial tubular ou clavada, simples.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 30-V-2016, *J. L. Machado* (S1/4).

No Brasil, a espécie já foi registrada em Pernambuco, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). O isolado concorda com a descrição original de Humphrey (1892) e com Johnson (1956), destacando-se como a primeira citação para o estado do Piauí. Observaram-se oogônios abundantes (Figura 10a-b), laterais e terminais, com pedúnculo curto (Figura 10c). Oogônio com oósporos esféricos excêntricos de um a 13 (Figura 10d), paredes que apresentam poros (Figura 10e) e anterídios monóclinos. As células anteridiais são simples e tubulares (Figura 10f). Espécie com modo de vida saprofítico, encontrada na água e solo, nesta pesquisa os isolados foram obtidos em amostras de solo, contudo além de sapróbio, apresentou-se como parasita de larva de inseto.

Achlya flagellata Coker, Saprolegniaceae with notes on other water molds. 116. 1923.

Figura 11 a-b

Micélio extensivo, denso. Hifa principal robusta, ramificada. Gemas presentes. Zoosporângios abundantes, filiformes, retos, com liberação aclióide de zoósporos. Oogônios abundantes, lateral ou terminal 42-57 µm diâm. Oosferas geralmente não maturando, oósporos quando presentes excêntricos 22-30 µm diâm. Anterídios díclinos com atracação por projeções. Células anteridiais tubulares, ramificadas.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 25-IV-2016 e 30-V-2016, *J. L. Machado* (S4/4).

Ocorrências para o Brasil estão no Amazonas, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os isolados apresentaram zoosporângios com liberação aclióide de zoósporos (Figura 11a), oogônios abundantes com anterídios díclinos com atracação por projeções (Figura 11b), concordando com as descrições de Johnson (1956). São sapróbios, encontrados na água, solo e folheto, nesta pesquisa foram identificados em amostras de água e solo.

Achlya orion Coker & Couch, *J. Elisha Mitchell scient. Soc.* 36: 100. 1920.

Figura 11c-d

Micélio difuso, extensivo. Hifa principal delgada, ramificada. Zoosporângios fusiformes, filiformes, com liberação aclióide de zoósporos. Oogônios abundantes, lateral, sésseis, esféricos 19-50 µm diâm. Pedúnculo uma a seis vezes o diâmetro do oogônio, curvo 16-32 µm. Oosferas geralmente maturando, oósporos excêntricos, um a oito por oogônio, usualmente um a dois. Anterídios ramificados andróginos ou monóclinos, simples, com atracação lateral. Células anteridiais tubulares, simples.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 30-IV-2016, *J. L. Machado* (S3/2).

O táxon ocorre no Amazonas, Pernambuco, Piauí, Minas Gerais e São Paulo (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os isolados examinados concordam com as descrições de Johnson (1956), apresentando oogônios abundantes laterais, com pedúnculo curvo, com anterídios andróginos e monóclinos (Figura 11c-d). Apresenta-se em água e solo com modo de vida sapróbio, nesta pesquisa foi obtida apenas de amostras de solo.

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

Figura 11 e-f

Micélio extensivo, moderadamente denso. Hifa principal grossa, ramificações delgadas. Gemas abundantes filiformes ou irregulares. Zoosporângios abundantes, filiforme ou fusiforme com liberação aclióide de zoósporos, encistados. Oogônio abundante, lateral, esférico, imaturos e frequentemente proliferando 30-45 µm diâm. Oósporo esférico, aplerótico 15-20 µm diâm. Anterídios díclinos ou monóclinos, geralmente envolvendo hifa vegetativa, pedúnculo e oogônio. Célula anteridial tubular, irregular, simples ou ramificada, atraca por projeções ou lateral.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015, 22-II-2016, 25-IV-2016 e 30-V-2016, *J. L. Machado* (S3/5).

A espécie foi registrada no Amazonas, Pernambuco, Piauí, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). Os isolados examinados concordam com as descrições de Johnson (1956), apresentando anterídios díclinos envolvendo oogônios e pedúnculos (Figura 11e) e hifas vegetativas (Figura 11f), característica que distingue a espécie. Foram encontradas na água e solo como sapróbios, igualmente obtido nesta pesquisa.

***Brevilegnia subclavata* Couch, J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 42(3-4): 229.1927.**

Figura 12 a-f

Zoosporângios abundantes, clavados. Gemas esparsas. Zoósporos esféricos. Oogônios abundantes, esféricos, 19,6-24,5 µm diâm, pedúnculo curto ou longo. Glomérulo característico com associação de oogônios, hifas e anterídios. Oósporos esféricos, excêntricos (14,7-)18,4(-19,6) µm. Anterídio andrógino.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 30-V-2016, *J. L. Machado* (S3/5).

Este isolado é a segunda citação do táxon para o Brasil, após 50 anos da primeira referência por Upadhyay (1967) em Pernambuco. O isolado concorda com a descrição original de Couch (1927), apresentando zoosporângios e oogônios abundantes (Figura 12a). O zoosporângio apresenta-se clavado (Figura 12b), os oogônios com pedúnculo curto ou longo, oósporos excêntricos (Figura 12c-d) e anterídios andróginos (Figura 12e). Apresenta glomérulo característico com associação de oogônio, anterídios e hifas (Figura 12f). Similar a este isolado, a espécie apresenta modo de vida sapróbio e obtida em amostra de solo.

***Dictyuchus* sp.**

Figura 13 a-c

Zoosporângios esparsos, mais longos na porção distal que na proximal. Zoósporos encistados dentro do zoosporângio, com liberação dictioide. Oogônios e anterídios não observados.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 20-XI-2015 e 30-V-2016, *J. L. Machado*.

O gênero no Brasil é representado pelas espécies *D. monosporus* e *D. pseudodictyon*, registradas na Paraíba, Pernambuco, Piauí, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017). No isolado não se observou estruturas reprodutivas, fato que não permitiu a identificação em nível de espécie, apenas zoosporângios (Figura 13a) com liberação de zoósporos secundários (Figura 13b). A parede do zoosporângio e cistos forma uma "rede" que permanece após a liberação dos zoósporos (Figura 13c). As espécies com ocorrência para o país apresentam-se sapróbias encontradas na água e solo, este isolado foi obtido apenas de amostras de água.

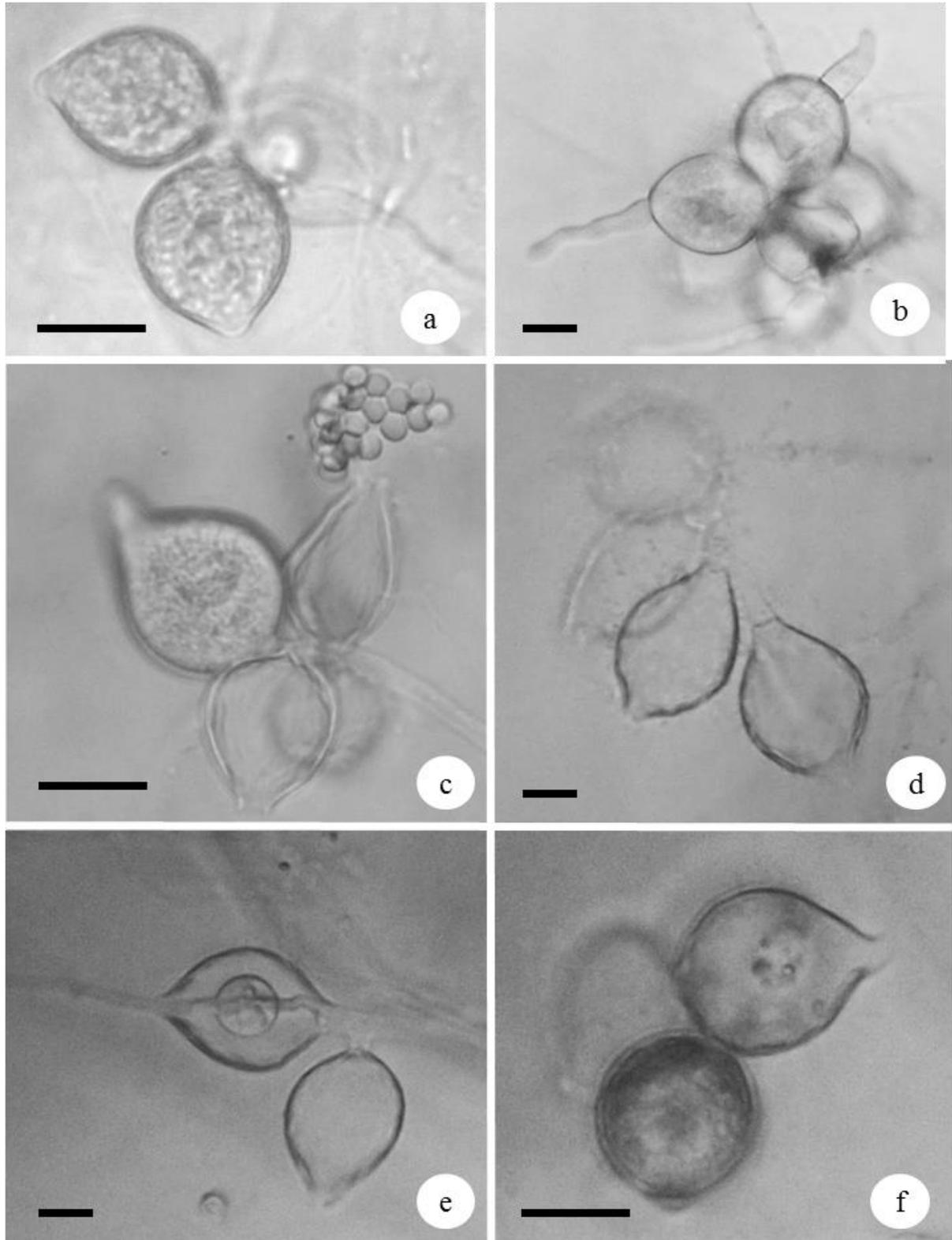


Figura 6: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Phytophthora palmivora*. a. Zoosporângios ovóides com papila. b. Zoosporângio com tubo de liberação. c. Zoosporângios com liberação de zoósporos. d. Zoosporângios em arranjo simpodial. e. Zoosporângios com proliferação interna. f. Clamidósporo terminal globoso. Barra: 20 µm

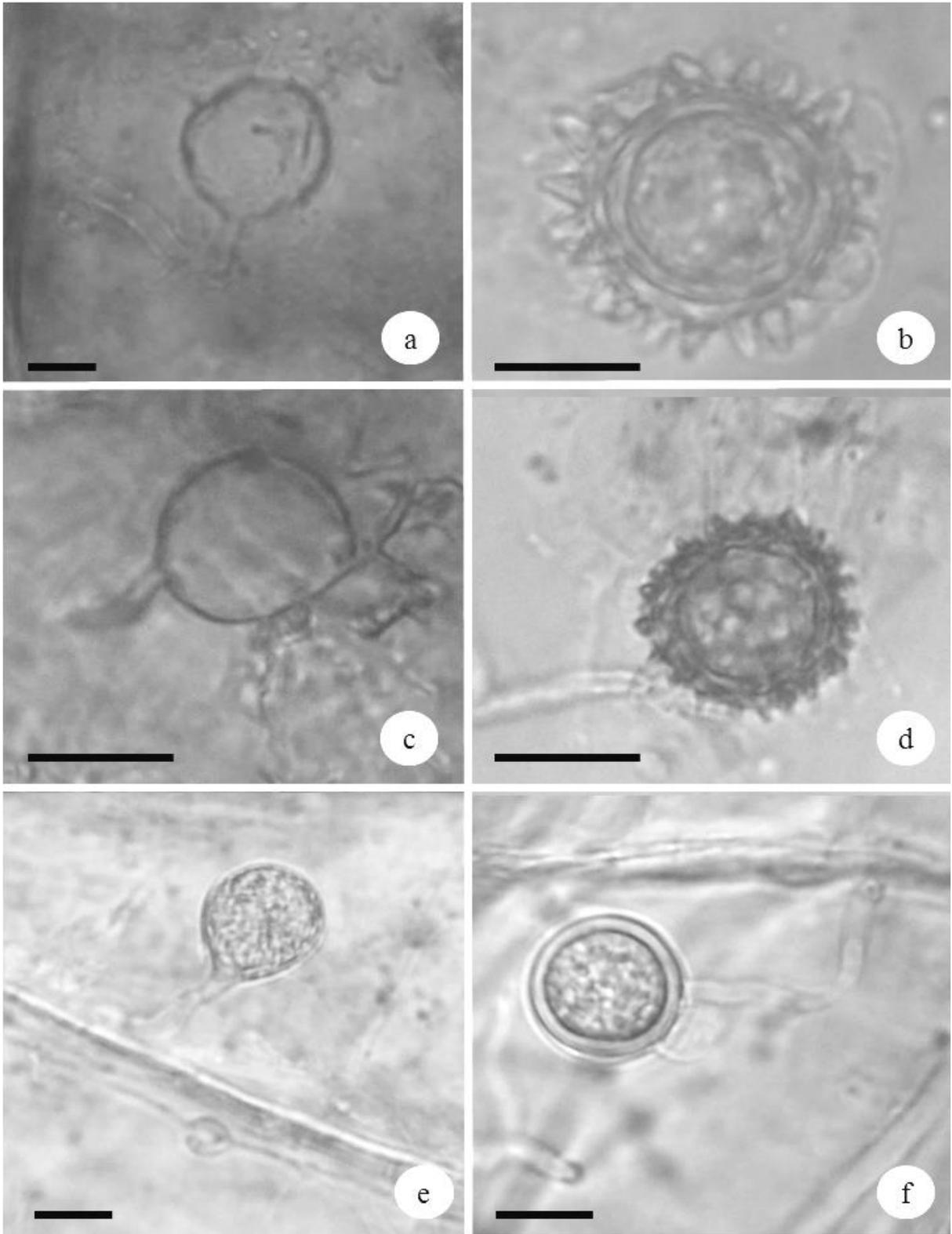


Figura 7: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. *Globisporangium echinulatum*. a. Zoosporângio globoso e terminal. b. Oogônio com ornamentações espinhosas e oósporo com parede lisa. c-d. *Globisporangium mamillatum*. c. Zoosporângio terminal globoso; d. Oogônio com ornamentações cônicas obtusas ou mamiformes; e-f. *Globisporangium ultimum*. e. Zoosporângio subgloboso terminal; f. Oogônio globoso liso com anterídio monóclino, originando abaixo do oogônio. Barra: 20 μ m

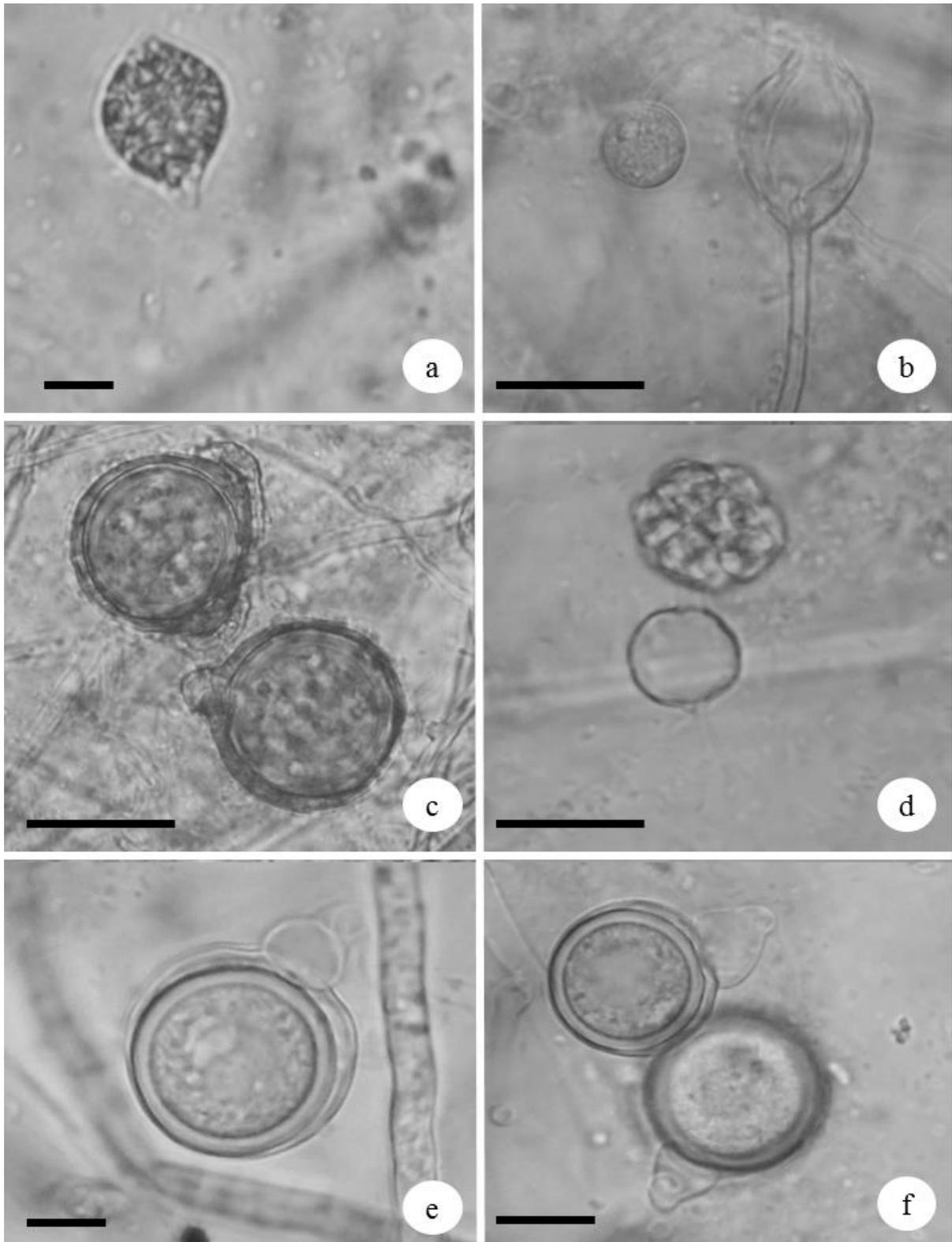


Figura 8: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-c. *Phytopythium palingenes*. a. Zoosporângio globoso liso. b. Zoosporângio com proliferação interna. c. Oogônio e oósporo com anterídio com células irregulares. d-f. *Phytopythium vexans*. d. Zoosporângio globoso com liberação de zoósporos do tipo pitióide. e. Oogônio atracado por células anteridiais em forma de sino, monoclino. f. Oogônio e oósporos appleróticos. Barra: 20 µm

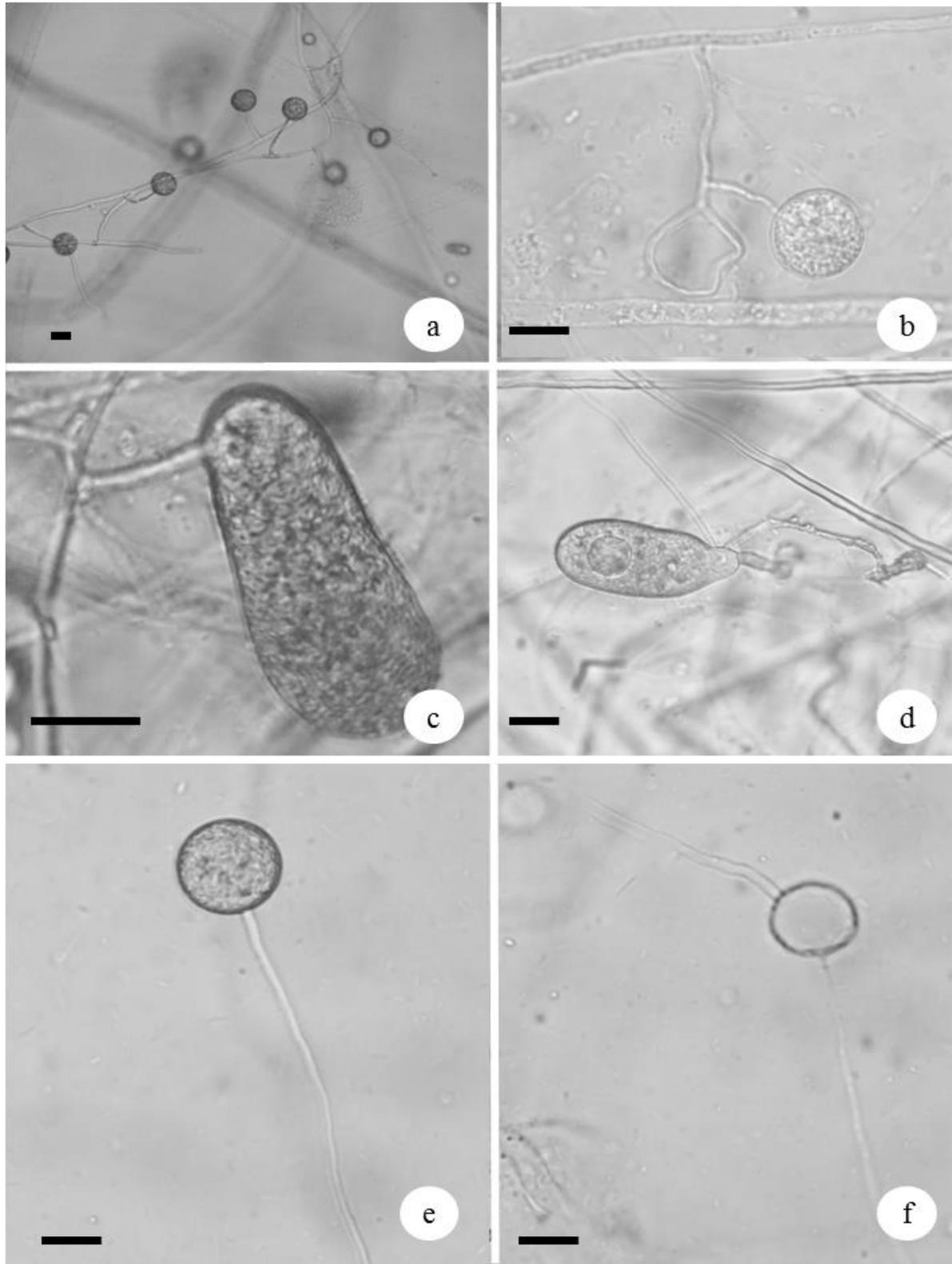


Figura 9: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b *Pythiogeton dichotomum*. a. Zoosporângios terminais ramificados dicotomicamente; b. Zoosporângio dicotômicos, esféricos cheio e vazio. c-d. *Pythiogeton ramosum*. c. Zoosporângio busiforme. d. Zoosporângio busiforme com tubo de liberação curto. e-f. *Pythiogeton uniforme*. e. Zoosporângio terminal. f. Zoosporângio terminal com tubo de liberação. Barra: 20 μ m

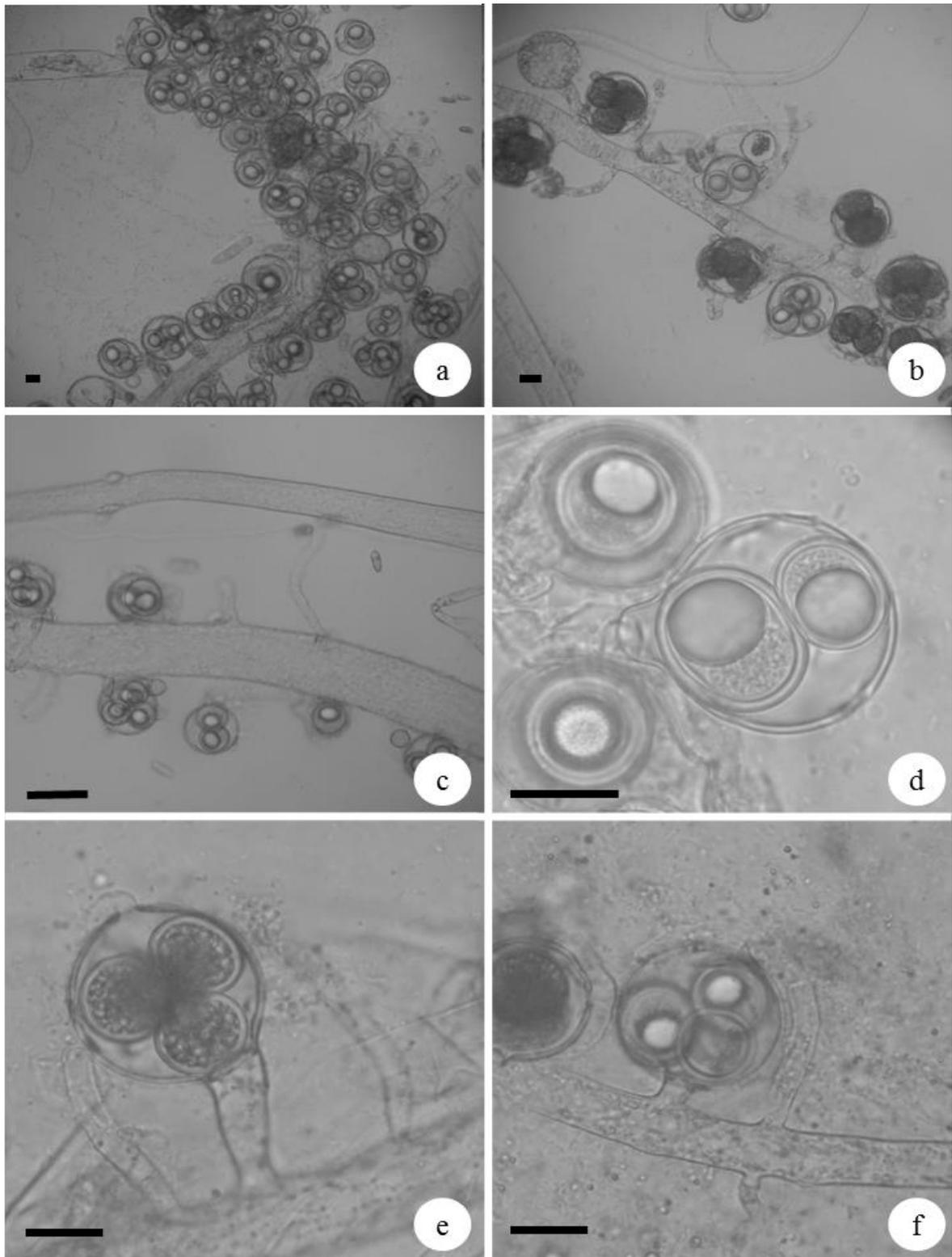


Figura 10: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Achylya americana*. a. Oogônios abundantes. b. Oogônios com oósporos em maturação. c. Oogônios com pedúnculo curto. d. Oogônio com dois oósporos excêntricos de tamanhos diferentes, esféricos com poros. e. Oogônio e anterídios monoclinos. F. Oogônio com célula anteridial tubular simples. Barra: 20 μ m

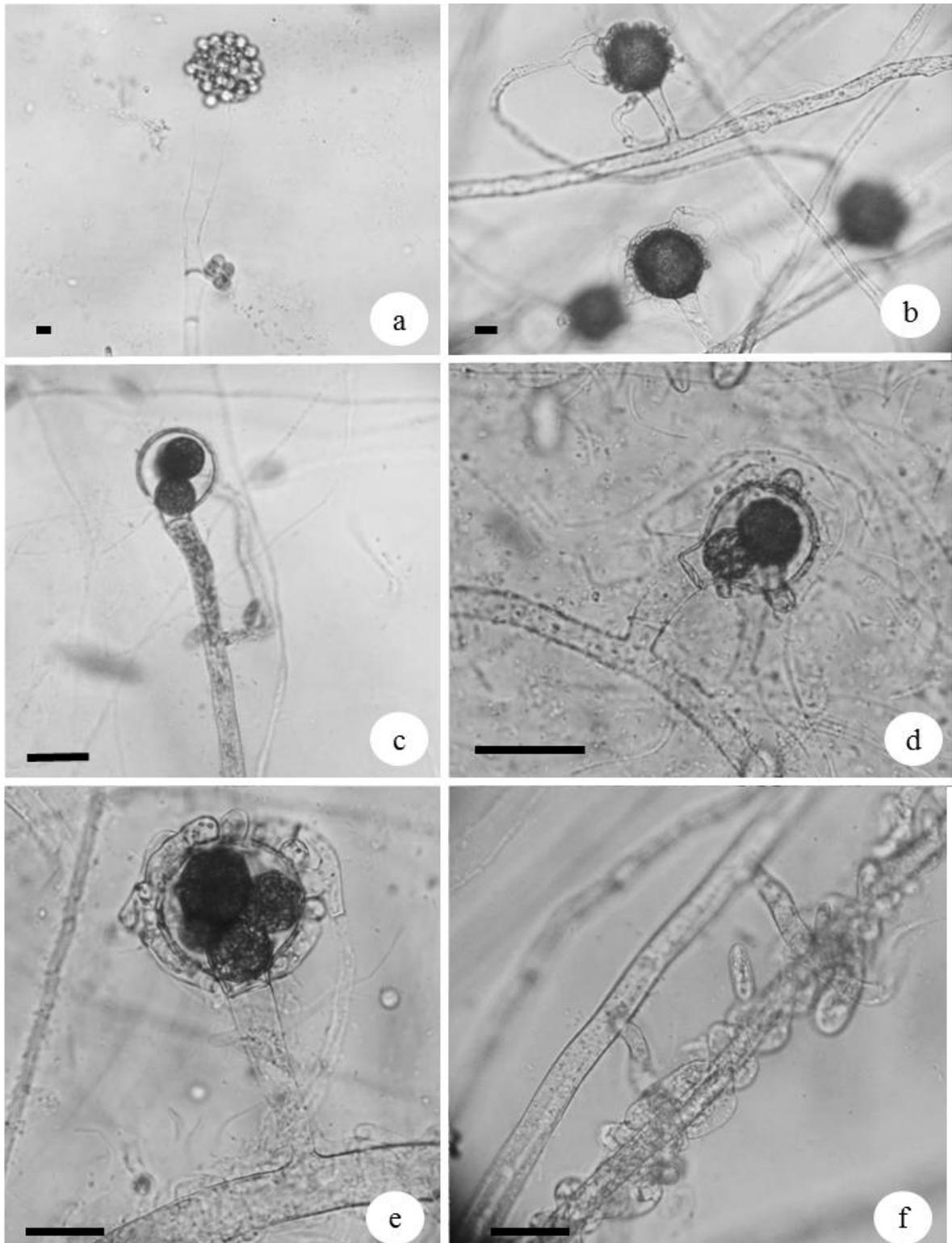


Figura 11: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-b. *Achlya flagellata*. a. Zoosporângio filiforme com liberação aclióide de zoósporos. b. Oogônios terminais com anterídios díclinos com atração por projeções. c-d. *Achlya orion*. c. Oogônio com anterídio monoclinó. d. Oogônio com pedúnculo curvo. e-f. *Achlya proliferoides*. e. Anterídio com ramos anteridiaes envolvendo a hifa vegetativa, oogônio e pedúnculo. f. Ramos anteridiaes envolvendo hifa vegetativa Barra: 20 μ m

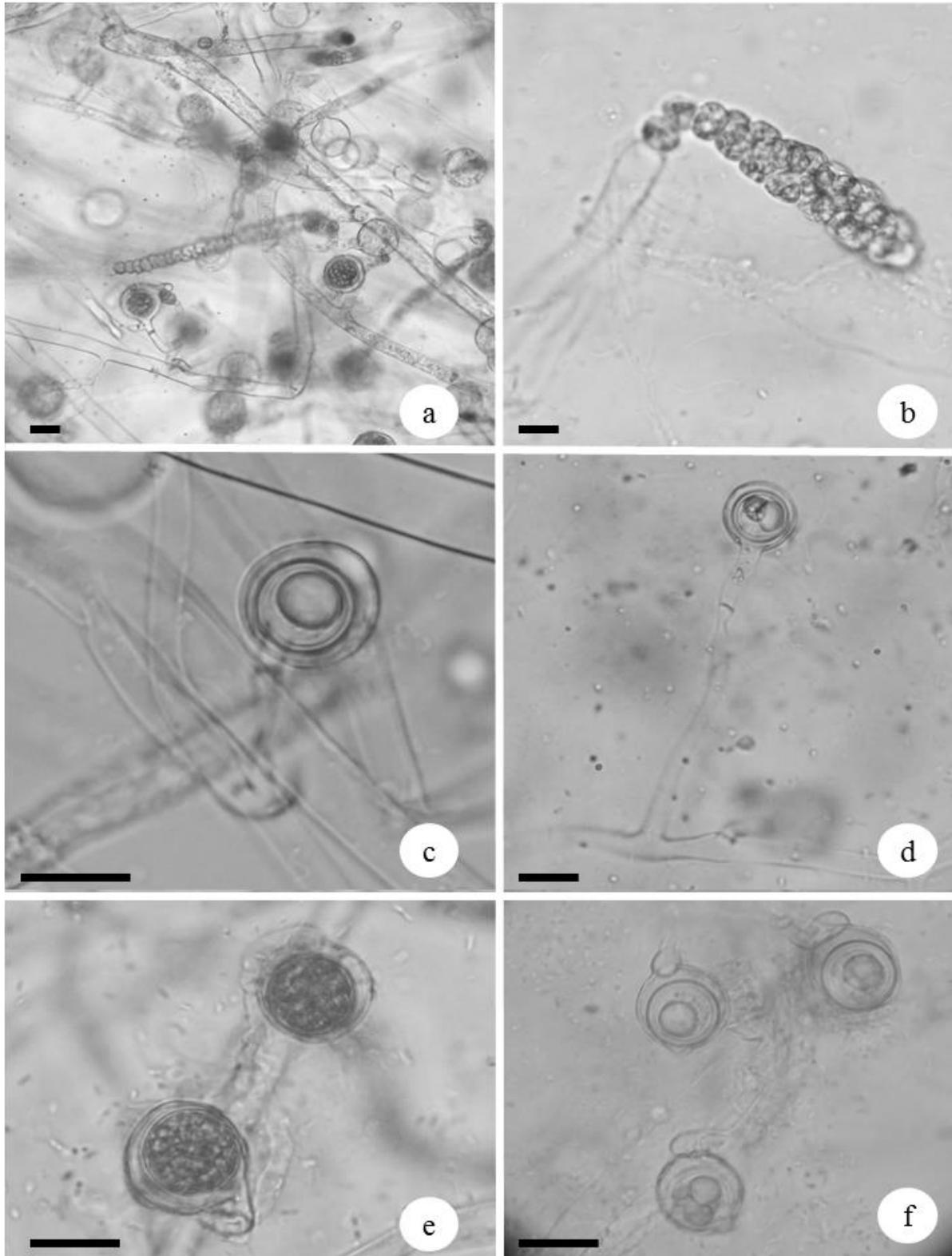


Figura 12: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-f. *Brevilegnia subclavata*. a. Zoosporângios e oogônios abundantes. b. Zoosporângio subclavato. c. Oogônio esférico com oósporo excêntrico. d. Oogônio com pedúnculo longo. e. Anterídio andrógino atracando oogônio. f. Glomérulo característico com associação de oogônio, hifas e anterídios. Barra: 20 µm

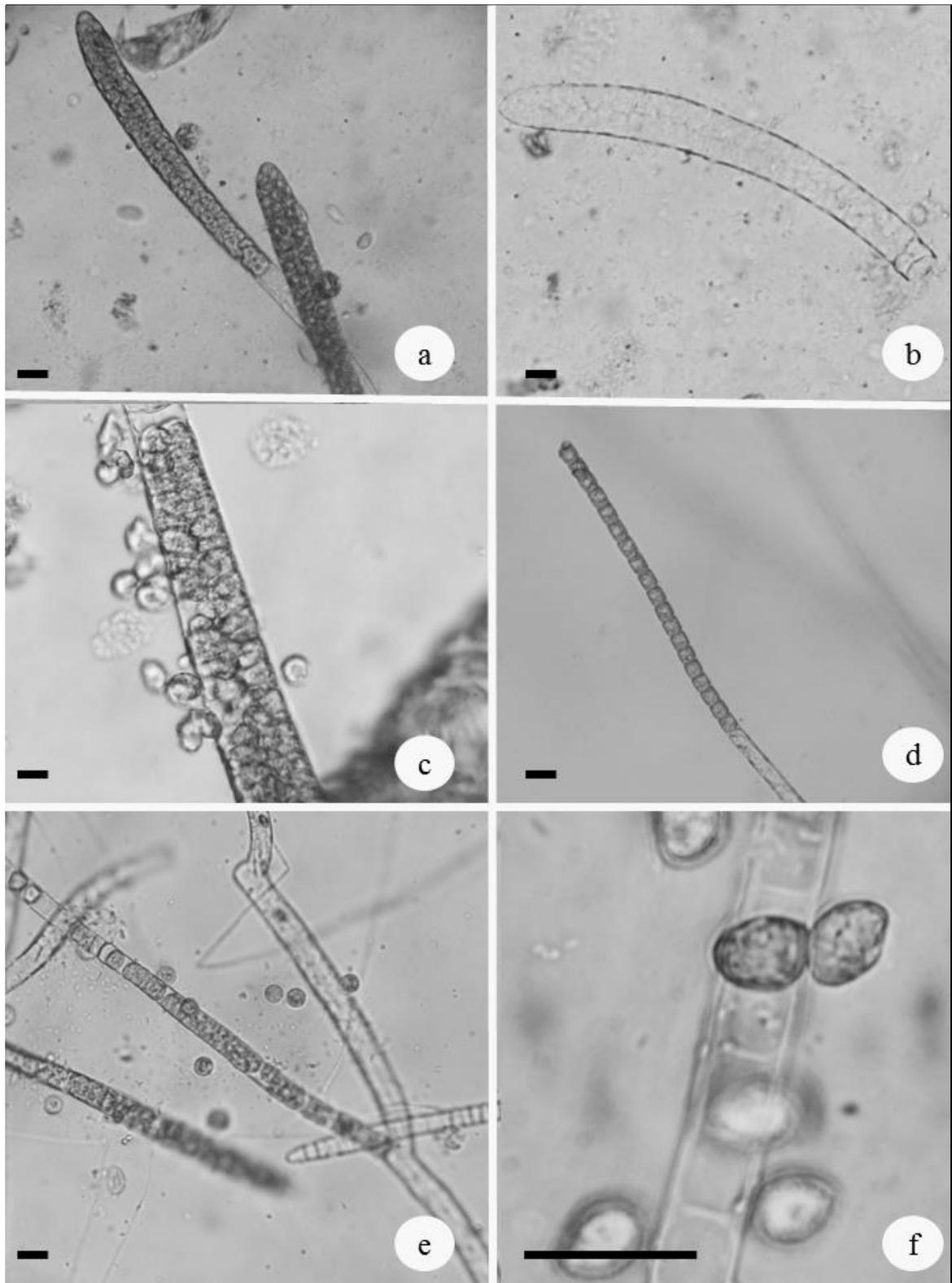


Figura 13: Oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí, Brasil. a-c. *Dictyuchus* sp. a. Zoosporângios com porção distal mais longos que a proximal. b. Liberação dictióide de zoósporos. c. “Rede” formada pela parede do zoosporângio com cistos dos zoósporos secundários. d-f. *Dictyuchus sterile*. d. Zoosporângio fino e longo. e. Zoosporângio com ramificação e liberação de zoósporos. f. Zoósporos liberados. Barra: 20 μ m

***Dictyuchus sterile* Coker**, The Saprolegniaceae with notes on other water molds: 151(1923).

Figura 15 d-f

Zoosporângios abundantes, longos em fileira. Zoósporos encistados dentro do zoosporângio, com liberação dictioide. Oogônios não observados.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Pedro II, Complexo Açude Joana, 25-IV-2016, J. L. Machado (A1/3).

Esta espécie é nova citação para o Brasil. Onde ocorre o registro de *D. monosporus* (Milanez *et al.*, 2007; Lista de Espécies da Flora do Brasil, 2017) O táxon apresenta controvérsias em seu registro, Johnson Jr. (2002) exclui o táxon, contudo, o mesmo tem nome válido em Species Fungorum (2017) e também é aceito por diversos autores, como Czeuczuga (2003), Ranković (2005), Paliwal e Sati (2009), Čomić *et al.* (2010). No isolado não se observou estruturas reprodutivas sexuais, apenas zoosporângios, abundantes, finos e longos (Figura 13d-e) com liberação dictioide (Figura 13f).

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa a primeira autora. Aos estagiários Higor, Victor, Lucas, Geisla, Tamires e Paulo do Laboratório de Micologia/ Fungos Zoospóricos da UFPI pela manutenção das culturas. Ao Adalberto, Alisson dos Reis, Higor Magno, Marta Lustosa, José Ribeiro, Nelson Jorge e Isaac Bruno pelo auxílio nas coletas de campo.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, R.B., GOMES, J.R.C. 2004. *Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água subterrânea, estado do Piauí*: diagnóstico do município de Pedro II. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Fortaleza.

BAPTISTA, F.R.; PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A.; ROCHA, M. & MILANEZ, A.I. 2004. O gênero *Pythium* Pringsheim de áreas de Cerrado no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 281-290.

BATISTA, N.J.C., CAVALCANTE, A.A.C.M., OLIVEIRA, M.G., MEDEIROS, E.C.N., MACHADO, J.L., EVANGELISTA, S.R., DIAS, J.F., SANTOS, C.E.I., DUARTE, A., SILVA, F.R. & SILVA, J. 2016. Genotoxic and mutagenic evaluation of water samples from a river under the influence of different anthropogenic activities. *Chemosphere* 164: 143-141.

ČOMIĆ, L., RANKOVIĆ, B., NOVEVSKA, V. & OSTOJIĆ, A. 2010. Diversity and dynamics of the fungal community in Lake Ohrid. *Aquatic Biology* 9: 169-176.

COUCH, J.N. 1927. Some nem water fungi from the soil, with observations on spore formation. J. Elisha. *Mitchell Sci. Soc.* 42: 227-242.

CZEUCZUGA, B., KIZIEWICZ, B. & GODLEWSKA, A. 2003. Zoosporic Fungi Growing on Leeches (Hirrudinea). *Polish Journal of Environmental Studies* 12: 361-369.

DRECHSLER, C. 1929. The beet water mold and several related root parasites. *Journal of Agriculture Research* 38: 309-361.

DRECHSLER, C. 1927. Two water molds causing tomato rootlet injury. *Journal of Agriculture Research* 34: 287-296.

FORZZA, R.C., LEITMAN, P.M., COSTA, A.F., CARVALHO JR., A.A., PEIXOTO, A.L., WALTER, B.M.T.; BICUDO, C., ZAPPI, D., COSTA, D.P., LLERAS, E., MARTINELLI, G., LIMA, H.C., PRADO, J., STEHMANN, J.R., BAUMGRATZ, J.F.A., PIRANI, J.R., SYLVESTRE, L., MAIA, L.C., LOHMANN, L.G., QUEIROZ, L.P., SILVEIRA, M., COELHO, M.N., MAMEDE, M.C., BASTOS, M.N.C., MORIM, M.P., BARBOSA, M.R., MENEZES, M., HOPKINS, M., SECCO, R., CAVALCANTI, 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 13 jan. 2017.

- FREITAS, S.O., GOMES, J.M.A. & AQUINO, C.M.S. 2016. Análise dos Impactos Ambientais da extração de opala no município de Pedro II, Piauí. *Geociências* 35: 443-456.
- HUMPHREY, J.E. 1892. The Saprolegniaceae of the United States, with notes on other species. *Trans. Amer. Phil. Soc.* 17: 63-148.
- IBGE. 2017. Cidades: Pedro II. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em 13 jan 2017.
- ISA. 2017. Unidades de Conservação do Brasil: APA da Serra da Ibiapaba. Instituto Socioambiental. Disponível em <http://uc.socioambiental.org> (acesso em 13-I-2017).
- JESUS, A.L., GONÇALVES, D.R., ROCHA, S.C.O., MARANO, A.V., JERÔNIMO, G.H., SOUZA, J.I., BORO, M.C. & PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A. 2016. Morphological and phylogenetic analyses of three *Phytophthium* species (Peronosporales, Oomycota) from Brazil. *Cryptogamie, Mycologie* 37: 117-128.
- JESUS, A.L., MARANO, A.V., SCHOENLEIN-CRUSIUS, I.H. & PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A. 2013. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: novas citações. *Hoehnea* 40: 167-180.
- JOHNSON JR, T.W., SEYMOUR, R.L. & PADGETT, D.E. 2002. Biology and Systematics of the Saprolegniaceae. Disponível em <http://www.uncw.edu/people/padgett/book>. Acesso em 13 jan 2017.
- JOHNSON, T.W.JR. 1956. *The genus Achlya: Morphology and Taxonomy*. The University of Michigan Press. Ann Arbor.
- KESTRUP, A.M., THOMAS, S.H, RENSBURG, K., RICCIARDI, A., DUFFY, M.A. 2011. Differential infection of exotic and native freshwater amphipods by a parasitic water mold in the St. Lawrence River. *Biol. Invasions* 13: 769-779.
- KIRK, P.M., CANNON, P.F., DAVID, J.C. & STALPERS, J.A. 2008. *Dictionary of the Fungi*. 11ed. CABI Publishing, Wallingford.
- KIZIEWICZ, B. 2012. Frequency and Distribution of Zoosporic True Fungi and Heterotrophic Straminipiles from River Springs. *Pol. J. Environ. Stud* 21: 923-927.
- LISTA DE ESPÉCIES DA FLORA DO BRASIL. 2017. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em 13 jan. 2017.
- LUZ, E.D.M.N.; SANTOS, A.F.; MATSUOLA, K.; BEZERRA, J.L. *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas: Livraria e Editora Rural. 2001.
- MADIGAN, M.T., MARTINKO, J.M. & PARKER, J. 2016. *Microbiologia de Brock*. 14 ed. ArtMed, Porto Alegre.
- MAIA, L.C., CARVALHO JR, 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 JR, 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 Brazilian Fungi. *Rodriguésia* 66: 1033-1045.
- MATTHEWS, V.D. 1931. *Studies on the genus Pythium*. University of North Carolina Press, Chapel Hill.

- MILANEZ, A.I., PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A. & GOMES, A.L. (EDS.). 2007. *Brazilian zoosporic fungi*. Winner Graph, São Paulo.
- MILANEZ, A.I. 1989. Fungos de águas continentais. In: O. Fidalgo & V. L. Bononi (eds.). *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 17-20.
- MILANEZ, A.I. 1970. Contributions to the knowledge of Aquatic Phycomycetes of São Paulo state. I. Oomycetes from the west region. *Rickia* 5: 23-43.
- MINDEN, M. 1916. Beitrage zur biologie und systematic einheimischer submerser Phycomyceten. *Mykologische Untersuchungen und Berichte von Dr Richard Falck* 1: 146-255.
- 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* 35: 281-288
- 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: 587-611.
- PALIWAL, P.C. & SATI, S.C. 2009. Distribution of Aquatic Fungi in Relation to Physicochemical Factors of Kosi River in Kumun Himalaya. *Nature an Science* 7: 70-74.
- PLAATS-NITERINK, A.J. 1981. Monograph of genus *Pythium*. *Studies in Mycology* 21: 1-242.
- RANKOVIĆ, B. 2005. Five Serbian reservoirs contain different fungal propagules. *Mycologia* 97: 50-56.
- 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: 623-634.
- ROCHA, J.R.S. 2002. *Fungos zoospóricos em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SCOTT, W.W. 1961. *A monograph of the Genus: Aphanomyces*. Virginia Polytechnic Institute, Virginia.
- SPARROW JR, F.K. 1960. *Aquatic Phycomycetes*. Ann Arbor: Univ. Michigan Press.
- SPECIES FUNGORUM. 2017. Index Fungorum. Disponível em <http://www.indexfungorum.org> Acesso em 13 jan 2017.
- STECIOW, M.M., MILANEZ, A.I., PIRES ZOTTARELLI, C.L.A., MARANO, A.V., LETCHER, P.M. & VÉLEZ, C.G. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophoridss status of knowledge in South America. *Darwiniana* 50: 25-32.
- UPADHYAY, H.P. 1967. Soil fungi from the North-east Brazil. III. Phycomycetes. *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 31: 49-61.
- UZUHASHI, S., TOJO, M., KAKISHIMA, M. 2010. Phylogeny of the genus *Pythium* and description of new genera. *Mycoscience* 51: 337-365.
- VORONIN, L.V. 2008. Zoosporic fungi in freshwater ecosystems. *Inland Water Biol.* 1: 341-346.
- WOLSKA, M. & MAZURKIEWICZ-ZAPALOWICZ, K. 2013. Parasites of zooplankton and assemblages in the litoral zone of lakes in Drawa National Park, Poland. *Acta Mycol.* 48: 51-59.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DE COMUNIDADES DE OOMICETOS (OOMYCOTA) NO COMPLEXO AÇUDE JOANA, PEDRO, PIAUÍ

JOSEANE LUSTOSA MACHADO¹ & JOSÉ DE RIBAMAR DE SOUSA ROCHA²

RESUMO – O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a comunidade de oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II-PI por meio de índices ecológicos e relacionar a ocorrência dos mesmos com fatores ambientais. Foram analisados os índices ecológicos, riqueza, abundância, frequência, constância e índice de Similaridade de Sørensen da comunidade de oomicetos em amostras de água e solo no complexo Açude Joana, Pedro II-Piauí. Constatou-se a riqueza de 24 táxons e ocorrência de 96 oomicetos. As espécies *P. palingenes*, *A. proliferoide* e *P. uniforme*, foram as mais frequentes e abundantes. Os substratos mais colonizados foram os celulósicos, com destaque a semente de *Sorghum* sp. A maioria dos táxons ocorreu no solo, com o Índice de Similaridade de Sørensen (Is) de 50% entre os compartimentos água e solo. Correlacionando a comunidade de oomicetos com fatores abióticos e climáticos, a precipitação foi o que revelou uma influencia na distribuição dos organismos no período amostral. Não se constatou uma relação direta com a diversidade e abundância de oomicetos com a temperatura ambiente e os fatores abióticos da água e solo analisados, indicando a necessidade de mais estudos para compreensão das relações estabelecidas entre estes organismos em seus ecossistemas.

PALAVRAS-CHAVE: *Ecologia, Fatores abióticos, Organismos zoospóricos, Habilidade nutricional.*

¹Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA – UFPI, bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: joseanelmachado@gmail.com

²Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Petrônio Portella, Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA, Núcleo de Pesquisa do Trópico Ecotonal do Nordeste - TROPEN, Av. Universitária, 1310, Ininga, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil. E-MAIL: ribamar10@hotmail.com

ABSTRACT – The objective of this research was to characterize the community of oomycetes in the Açude Joana Complex, Pedro II-PI through ecological indexes and to relate their occurrence to environmental factors. The ecological indexes, richness, abundance, frequency, constancy and similarity index of Sørensen of the community of oomycetes in water and soil samples in the Açude Joana, Pedro II-Piauí complex were analyzed. It was verified the richness of 24 taxa and occurrence of 96 oomycetes. The species *P. palingenes*, *A. proliferoide* and *P. uniform* were the most frequent and abundant. The most colonized substrates were the cellulosic ones, especially the *Sorghum* sp. Most of the taxa occurred in the soil, with the Sørensen (Is) Similarity Index of 50% between the water and soil compartments. Correlating the community of oomycetes with abiotic and climatic factors, precipitation was what revealed an influence on the distribution of organisms in the sample period. It was not observed a direct relation with the diversity and abundance of oomycetes with the ambient temperature and the abiotic factors of the water and soil analyzed, indicating the need for further studies to understand the relationships established between these organisms in their ecosystems.

KEY WORDS: *Ecology, Abiotic factors, Zoosporic organisms, Nutritional ability.*

RESUMEN – O objetivo deste trabalho foi caracterizar a comunidade oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II-PI, através de índices ecológicos e relacionar a ocorrência dos mesmos fatores ambientais. Índices ecológicos riqueza, abundância, de frequência, de consistência e de índice de semelhança oomicetos comunidade Sorensen em amostras de solo e de água no complexo Açude Joana, Pedro II - Piauí foram analisados. riqueza de taxa de 24 e 96 encontrado oomicetos ocorrendo. As espécies *P. palingenes*, *P. uniformes* e *A. proliferoide*, foram mais frequentes e abundante. Os maioria dos substratos colonizados foram celulósico, especialmente *Sorghum* sp.. A maior taxa ocorrido no terreno, com Sorensen índice de similaridade (IS) 50% compartimentos entre água e solo. A correlação de factores climáticos e abióticos comunidade oomicetos, precipitação foi revelado que influenciam a distribuição dos organismos no período da amostra. Não foi encontrada uma relação directa com a quantidade e diversidade de oomicetos com a temperatura ambiente e abióticos de água e solo analisado, o que indica a necessidade de mais estudos para compreender as relações entre estes organismos em ecossistemas.

PALABRAS-CLAVE: *Ecología, Factores abióticos, Organismos zoosporic, Habilidad nutricional.*

Introdução

Os ecossistemas naturais são sistemas complexos que estão expostos a estressores naturais e antrópicos, cujos mecanismos e efeitos cumulativos são pouco compreendidos. As características físico-químicas do ambiente criam as condições para a diversidade de organismos vivos, essenciais para o funcionamento equilibrado dos ecossistemas, contudo estão sujeitos a modificações naturais, intensificadas pelas atividades humanas (Flores-Lopes et al. 2010).

A diversidade de espécies nos ambientes aquáticos resulta das relações entre as espécies, das formas de colonização e desenvolvimento, bem como os efeitos dos fatores ambientais sobre jovens e adultos, por exemplo, a concentração de íons, temperatura, efeitos de parasitas, predadores De acordo com (Tundisi e Tundisi 2008).

Os sistemas ecológicos ou ecossistemas incluem tanto os organismos quanto o ambiente abiótico; cada um destes fatores influencia as propriedades do outro e cada um é necessário para a manutenção da vida (Odum 1988). Os fatores físicos controlam as atividades dos organismos e estes, ao devolver novos nutrientes, alteram a constituição dos ambientes adequando-os para suas necessidades e mantendo a cadeia alimentar equilibrada.

Os organismos assumem um papel funcional no ambiente, caracterizando seu nicho ecológico. A distribuição geográfica de uma população está diretamente relacionada com a qualidade e quantidade de recursos do habitat. Contudo, tanto o indivíduo contribui para a caracterização e funcionamento da comunidade, como a mesma não pode ser compreendida apenas como a soma dos perfis dos indivíduos, porque assume o caráter de uma entidade dinâmica (Catanozi 2011).

Os oomicetos e outros organismos, que compartilham o mesmo nicho ecológico, são essenciais nas teias alimentares microbianas e na circulação da matéria na biosfera, pois decompõem compostos fenólicos, substâncias húmicas, celulose e hemicelulose (Kozubíková-Balcarová 2013).

Estão presentes nos ecossistemas como sapróbios, mas podem ser parasitas altamente específicos ou oportunistas, causando danos a plantas, animais e outros fungos e também se constituem em alimento importante para outros organismos aquáticos. A diversidade é considerada mais elevada do que nas regiões temperadas por causa das condições ambientais mais favoráveis e alto número de nichos (Steciow et al. 2012; Marano et al. 2016).

O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a comunidade de oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II-PI por meio de índices ecológicos e relacionar a ocorrência dos mesmos com fatores ambientais.

Material e Métodos

O Complexo Açude Joana, termo adotado para identificar a área de estudo, compreende o vale do rio Corrente, nascente Bananeira e Barragem Joana localizados no município de Pedro II, Piauí. As amostras de água e solo para estudo dos oomicetos foram coletas em oito pontos (Figura 1), nos meses de novembro/2015; fevereiro/2016; abril/2016; maio/ 2016 e agosto/2016.

No Laboratório de Micologia/Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (UFPI), utilizando a técnica de iscagem múltipla (Milanez 1989), as amostras de água e de solo foram analisadas para identificação dos oomicetos. Para análise ecológica das comunidades de oomicetos foram adotados os parâmetros: Riqueza (S), Abundância (A), Constância (C) e Índice de Similaridade de Sørensen (Is), considerando a distribuição das espécies em relação aos compartimentos solo e água e a habilidade nutricional para desenvolvimento em substratos celulósicos, quitinosos e queratinosos.

Riqueza (S) é o número de táxons observados na área de estudo e a Abundância (A) a ocorrência estimada com base na frequência dos táxons (Marano et al. 2012). A Frequência (F) é o percentual de dada espécie em relação ao total das espécies obtidas. Com os resultados da frequência, os táxons são classificados de acordo com a escala de Braun-Blanquet em Raras (0,1-20); Escassos (20,1-40); Presentes (40,1-60); Comuns (60,1-80) e Ubíquos (80,1-100) (Marano et al., 2008).

A Constância (C) é a ocorrência de uma espécie nas coletas realizadas durante o período de estudo, baseada na fórmula: $C = (p/N) \cdot 100$ (Onde p: número de coletas em que a espécie ocorreu; N: número total coletas). Com os resultados, os táxons são classificados em: Acidentais ($\leq 25\%$); Acessórias ($25\% \leq 50\%$) e Constante ($>50\%$) (Dajoz, 2005).

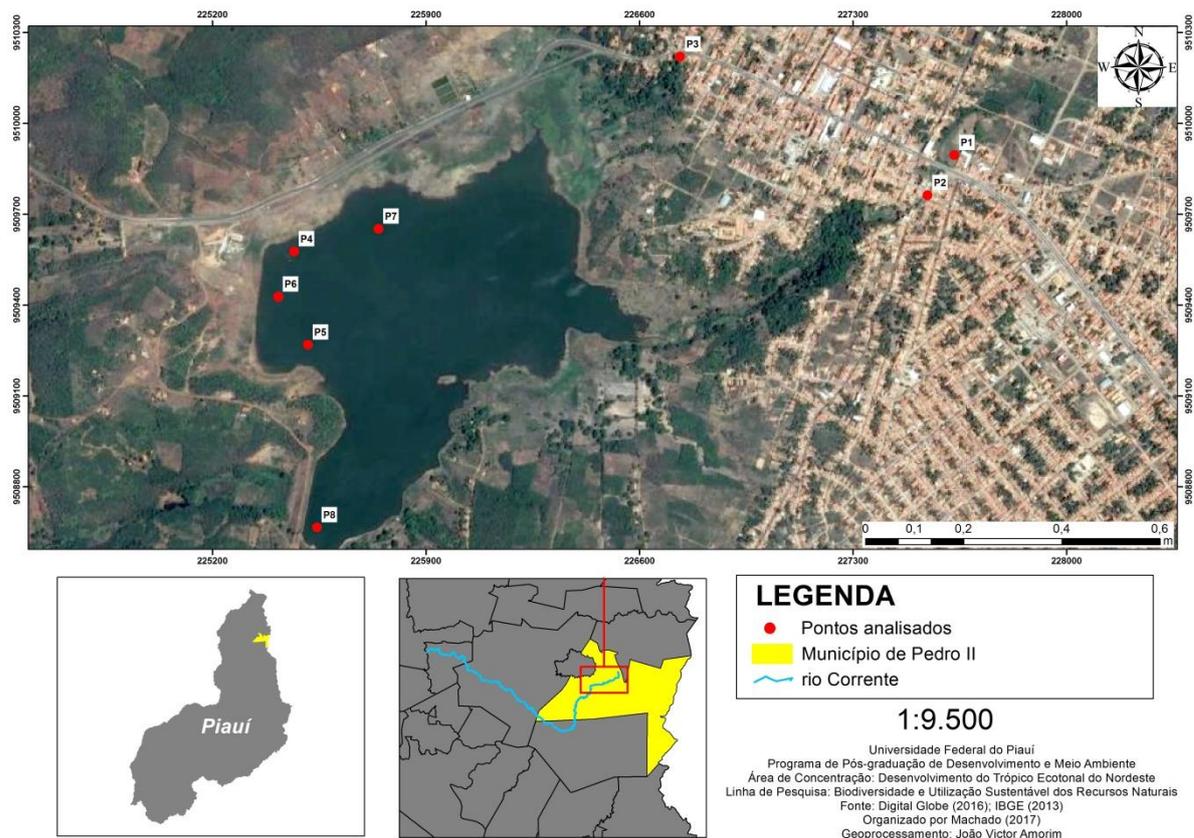


Figura 1. Localização da área de estudo no município de Pedro II – Piauí. Fonte: Digital Globe (2016); IBGE (2013); Amorim e Machado (2017).

O Índice de Similaridade de Sørensen (I_s) baseia-se na presença ou ausência de espécies, quando duas áreas/compartimentos/estações são comparadas; este índice dá peso maior para as espécies comuns do que para as exclusivas, sendo calculado pela fórmula: $I_s (\%) = 2C / A + B \cdot 100$, onde “c” é o número de táxons comuns em ambas as áreas, “a” é o número de táxons da área 1, “b” é o número de táxons da área 2 (Marano *et al.*, 2006).

As variáveis oxigênio dissolvido (OD) mg/L, temperatura da água e solo (°C) foram medidas *in loco* com oxímetro portátil HI9146-04, termômetro de mercúrio e termômetro de solo, respectivamente. As variáveis pH, turbidez (NTU), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5/20), nitrato (mg/L) e fósforo (mg/L) foram determinadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Piauí conforme os procedimentos estabelecidos no Standard Methods (APHA, 2012). Os níveis de precipitação e temperatura foram obtidos no Banco de Dados do INMET.

Resultados e Discussão

Composição da Comunidade de oomicetos e habilidades nutricionais

Para caracterização da comunidade de oomicetos, foram realizadas cinco coletas em oito pontos, totalizando 72 amostras (32 de água e 40 de solo), estas submetidas a nove tipos de iscas, resultando em 648 verificações de colonização. Destas ocorreram 96 isolamentos, que após identificação foram agrupados em 24 táxons.

A riqueza(S) de espécies no Complexo Açude Joana é representada por estes 24 táxons: *Achlya americana*; *Achlya flagellata*; *Achlya orion*; *Achlya proliferoides*; *Aphanomyces helicoides*; *Aphanomyces keratinophilus*; *Aphanomyces sp.*; *Brevilegnia subclavata*; *Dictyuchus sp.*; *Dictyuchus sterile*; *Globisporangium echinulatum*; *Globisporangium mamillatum*; *Globisporangium ultimum*; *Leptolegniella keratinophila*; *Myzocytiopsis zoophthora*; *Olpidiopsis sp.*; *Phytophthora palmivora.*; *Phytopythium palingenes*; *Phytopythium vexans*; *Plectospira gemmifera*; *Plectospira myriandra*; *Pythiogeton dichotomum*; *Pythiogeton ramosum* e *Pythiogeton uniforme* (Tabela 1).

Tabela 1. Táxons isolados de amostras de água e solo no Complexo Açude Joana, Pedro II, PI, Brasil.

Táxon/Coleta	1°	2°	3°	4°	5°	Total	%F	%C
<i>Achlya americana</i>	-	-	03	01	-	04	4,2	40
<i>Achlya flagellata</i>	-	-	03	04	-	07	7,3	40
<i>Achlya orion</i>	-	-	-	01	-	01	1,0	20
<i>Achlya proliferoides</i>	04	03	01	05	-	13	13,5	80
<i>Aphanomyces helicoides</i>	-	01	-	-	-	01	1,0	20
<i>Aphanomyces keratinophilus</i>	01	-	01	05	-	07	7,3	60
<i>Aphanomyces sp.</i>	-	-	-	01	-	01	1,0	20
<i>Brevilegnia subclavata</i>	-	-	-	-	01	01	1,0	20
<i>Dictyuchus sp.</i>	01	-	-	01	-	02	2,1	40
<i>Dictyuchus sterile</i>	-	-	02	-	-	02	2,1	20
<i>Globisporangium echinulatum</i>	01	-	-	-	-	01	1,0	20
<i>Globisporangium mamillatum</i>	01	-	-	01	-	02	2,1	20
<i>Globisporangium ultimum</i>	-	01	01	01	-	03	3,1	60
<i>Leptolegniella keratinophila</i>	01	01	-	-	-	02	2,1	40
<i>Myzocytiopsis zoophthora</i>	01	-	-	-	-	01	1,0	20
<i>Olpidiopsis sp.</i>	-	-	01	-	-	01	1,0	20
<i>Phytophthora sp.</i>	01	-	-	-	-	01	1,0	20
<i>Phytophythium palingenes</i>	01	-	01	03	05	10	10,4	80
<i>Phytophythium vexans</i>	03	02	-	-	03	08	8,3	60
<i>Plectospira gemmifera</i>	-	-	-	01	-	01	1,0	20
<i>Plectospira myriandra</i>	01	02	01	-	-	04	4,2	60
<i>Pythiogeton dichotomum</i>	02	02	02	03	-	09	9,4	80
<i>Pythiogeton ramosum</i>	-	01	03	-	-	04	4,2	40
<i>Pythiogeton uniforme</i>	03	-	04	02	01	10	10,4	80
Total	21	13	23	29	10	96	100	

Fonte: Pesquisa direta (2016).

A riqueza observada neste estudo, é compatível com pesquisa de diversidade desenvolvida por Rocha e Pires-Zottarelli (2002), Nascimento e Pires-Zottarelli (2012), Gomes e Pires-Zottarelli (2008), Jesus *et al.* (2013) que registraram a ocorrência de 18, 16, 35 e 11 espécies, respectivamente.

Registrou-se uma abundância total de 96 ocorrências, com destaque para *A. proliferoides* (13), *P. palingenes* (10) e *P. uniforme* (10), que também são os táxons mais frequentes em comparação ao total de indivíduos. Entre as coletas realizadas, os meses de abril e maio, foram os de maior abundância, com 23 e 29 ocorrências, respectivamente, período de maior precipitação pluviométrica, que corresponde ao período chuvoso na área de estudo.

Analisando a frequência das espécies a partir da Escala de Braun-Blanquet, todas são consideradas raras, por apresentarem frequência inferior a 20%. Destaca-se *A. proliferoides* (13,5%), *P. palingenes* (10,4%) e *P. uniforme* (10,4%), com as maiores frequências e as espécies *Achlya orion*, *Aphanomyces helicoides*, *Aphanomyces sp.*, *B. subclavata*, *Globisporangium echinulatum*, *M. zoophthora*, *Olpidiopsis sp.*, *Phytophthora palmivora* e *P. gemmifera*, com menor frequência(1%) em relação ao total de indivíduos.

A constância de ocorrência (C), que classifica as espécies em relação à sua presença ou ausência no período de análise, observou-se que a maioria das espécies se classifica como acidentais, com frequência inferior a 25%. As espécies com frequência acima de 50%, consideradas constantes nesta pesquisa são: *A. proliferoides*, *A. keratinophilus*, *G. ultimum*, *P. palingenes*, *P. vexans*, *P. myriandra*, *P. dichotomum* e *P. uniforme*.

Miranda e Pires-Zottarelli (2012) relataram 179 ocorrências e 21 espécies para o Parque Estadual da Cantareira em São Paulo, a maioria das espécies foi classificada como constantes, com frequência de ocorrência superior a 50%. *Plectospira myriandra* apresentou a mesma frequência que neste estudo (60%), diferente de *A. orion* e *A. flagellata* que se apresentaram rara e acessória, enquanto em São Paulo apareceram como constante. Os autores advertem o caráter esporádico de

ocorrência da maioria das espécies encontradas, ressaltando a necessidade de esforço amostral para o levantamento do grupo.

Os oomicetos são organismos que podem ser encontrados tanto no solo como água, nesta pesquisa, dos 24 táxons identificados, três foi exclusivos na água, 13 no solo e oito foram comuns a água e solo (Tabela 2), apresentando um índice de similaridade de Sørensen (Is) de 50% entre os compartimentos.

Tabela 2. Espécies identificadas no solo e água.

Compartimento	Táxons	Total
Água	<i>Dictyuchus</i> sp.	03
	<i>Dictyuchus sterilis</i>	
	<i>Plectospora gemmifera</i>	
Água/Solo	<i>Achlya flagellata</i>	08
	<i>Achlya proliferoides</i>	
	<i>Aphanomyces keratinophilus</i>	
	<i>Globisporangium ultimum</i>	
	<i>Phytopythium palingenes</i>	
	<i>Pythiogeton dichotomum</i>	
	<i>Pythiogeton ramosum</i>	
	<i>Pythiogeton uniforme</i>	
Solo	<i>Achlya americana</i>	13
	<i>Achlya orion</i>	
	<i>Aphanomyces helicoides</i>	
	<i>Aphanomyces</i> sp.	
	<i>Brevilegnia subclavata</i>	
	<i>Globisporangium echinulatum</i>	
	<i>Globisporangium mamillatum</i>	
	<i>Leptolegniella keratinophila</i>	
	<i>Myzocytiopsis zoophthora</i>	
	<i>Olpidiopsis</i> sp.	
	<i>Phytophthora palmivora</i>	
	<i>Phytopythium vexans</i>	
<i>Plectospora myriandra</i>		
Total		23

Fonte: Pesquisa Direta (2017).

No processo de isolamento de oomicetos, as espécies foram categorizadas pela habilidade nutricional. A colonização predominou em substratos celulósicos, com destaque para as iscas semente de sorgo, palha de milho e epiderme de cebola (Tabela 3). Também foi verificada a presença de oomicetos parasitando rotífero, larva de inseto e micorriza, respectivamente *M. zoophthora*, *Aphanomyces* sp. e *Olpidiopsis* sp.

Observa-se, assim, a capacidade dos oomicetos em decompor substratos orgânicos, “promovendo aumento da palatabilidade destes para outros organismos” (Schoelein-Crusius et al. 2004), mas eles também podem exercer uma atividade parasitária, regulando o crescimento de populações hospedeiras e mantendo as teias alimentares equilibradas.

Jesus et al. (2013) relatam que os oomicetos são organismos normalmente abundantes em material vegetal em decomposição, cuja ocorrência e frequência são subestimadas quando não utilizadas técnicas específicas. Em seus estudos no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga em São Paulo, registrou *A. flagellata*, *A. helicoides* e *P. myriandra* em água e folheto misto, exclusivamente na água apenas *Achlya proliferoides*. Neste estudo *D. sterilis*, *Dictyuchus* sp. e *P. gemmifera* foram exclusivos em água.

São espécies de importância ecologia, participando da ciclagem de nutrientes, tornando-os acessíveis para outros organismos, além de compor a cadeia microbiana dos ambientes aquáticos, consumidos pelo zooplâncton e na regulação das comunidades ao atuar como parasita, contudo é

responsável por perdas econômicas por apresentar potencial patogênico a plantas e animais de interesse econômico. A técnica de iscagem múltipla utilizada neste estudo e também por Nascimento et al. (2011) permite o conhecimento da ocorrência de oomicetos, mas apresenta restrições, pois a competição interespecífica dificulta a colonização das iscas, além da elasticidade nas características dos indivíduos que dificulta seu reconhecimento.

Tabela 3. Diversidade de Oomycota em substratos, em amostras de água e solo.

Modo de vida	Substrato/ Hospedeiro	Táxons	Total
CELULÓSICO			
Sapróbio	Semente de sorgo	<i>Achlya americana</i> <i>Achlya flagellata</i> <i>Achlya orion</i> <i>Achlya proliferoides</i> <i>Brevilegnia subclavata</i> <i>Dictyuchus</i> sp. <i>Dictyuchus sterile</i> <i>Phytophthium palingenes</i> <i>Phytophthium vexans</i> <i>Pythiogeton dichotomum</i> <i>Pythiogeton ramosum</i> <i>Pythiogeton uniforme</i>	12
	Palha de milho	<i>Dictyuchus</i> sp. <i>Globisporangium echinulatum</i> <i>Globisporangium mamillatum</i> <i>Globisporangium ultimum</i> <i>Phytophthora palmivora</i> <i>Phytophthium palingenes</i> <i>Phytophthium vexans</i> <i>Plectospora gemminefera</i> <i>Plectospora myriandra</i> <i>Pythiogeton ramosum</i>	10
	Epiderme de cebola	<i>Globisporangium echinulatum</i> <i>Phytophthium palingenes</i> <i>Phytophthium vexans</i> <i>Plectospora myriandra</i> <i>Pythiogeton ramosum</i>	05
	Papel Celofane	-	-
	Papel filtro	-	-
	QUERATINOSO		
	Cabelo	-	-
	Ecdise de cobra	<i>Aphanomyces helicoides</i> <i>Aphanomyces keratinophilus</i> <i>Leptolegniella keratinophila</i>	03
	Escama de peixe	-	-
QUITINOSOS			
	Asa de cupim	-	-
Parasita	Rotífero (<i>Lecane</i> sp.)	<i>Myzocytiopsis zoophthora</i>	01
	Larva de inseto	<i>Aphanomyces</i> sp. <i>Achlya americana</i>	02
	Micorriza	<i>Olpidiopsis</i> sp.	01

Fonte: Pesquisa direta (2017).

O parasitismo é um tipo de relação ecológica muito comum (Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013), que controla biologicamente o crescimento da população.

Oomicetos e Fatores Climáticos

A temperatura e a pluviosidade são os dois principais elementos do clima, que influencia na distribuição dos organismos que compõem os ambientes aquáticos. Analisando os valores de abundância total de oomicetos em relação à precipitação, percebemos que os picos encontram-se entre os meses de abril (108,5mm) e maio (72,6mm) decaindo em agosto onde a precipitação foi de 4,2mm. O pico de abundância ocorreu nos meses de abril, que apresentou temperatura máxima de 31,8°C e maio com 32,2°C, entre a variação de 33-37,2°C diminuiu a presença de organismos (Figura 2). Observamos uma relação positiva de crescimento tanto na ocorrência e variedade de organismos no período de maior pluviosidade.

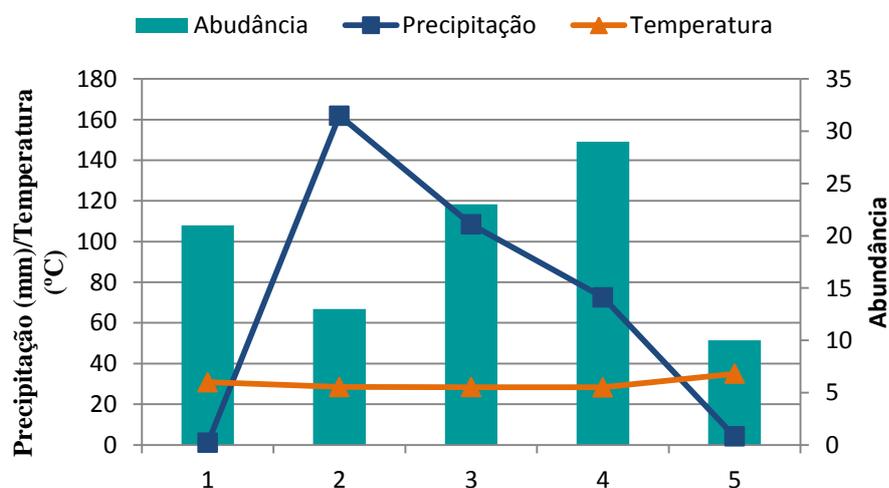


Figura 2: Correlação da precipitação e temperatura com a abundância total de oomicetos do Complexo Açude Joana. Fonte: Pesquisa Direta (2017).

Como discute Araujo *et al.* (2009), a pluviosidade é essencial para os processos ecológicos devido a necessidade de água nas atividades biológicas dos ecossistemas. A microbiota é afetada pela distribuição espacial e temporal da chuva, fundamental para a manutenção íntegra do ambiente, especialmente os áridos.

Assim, os processos biológicos dependem de uma série de fatores fundamentais que, em conjunto, determinam e controlam as respostas dos organismos individualmente, das populações e comunidades. Um dos fatores fundamentais é a temperatura, que controla e limita as respostas fisiológicas dos organismos, as atividades bioquímicas e as taxas de crescimento e reprodução (Tundisi e Tundisi 2008).

Oomicetos e Fatores Abióticos da água

A abundância de oomicetos no compartimento água foi de 30 espécies, que foram comparadas com variáveis físico-químicas entre os pontos de coleta de água no Complexo Açude Joana. O pH variou 6,90-8,60 entre os pontos amostrais P1-P8. A turbidez entre 0,17-51,28 UNT. O oxigênio dissolvido (OD) variou 1,71-6,43mg/L e a DBO₅ entre 0,50mg/L a 1,42mg/L. A concentração de fósforo entre 0,4-0,61 mg/L e nitrato 0,07-10,0 mg/L. A condutividade entre 409-965 μ s/cm e a temperatura da água variou entre 24°C e 28,18°C (Tabela 4).

O pH mostrou-se levemente alcalino, em comparação a abundância de espécies, não constatando-se uma relação direta (Figura 3). Encontra-se na faixa previsto na Resolução CONAMA nº 357 como ideal para a proteção da vida aquática, que deve ser de 6 a 9.

Tabela 4 - Média e Desvio-Padrão de variáveis físico-químicos dos pontos de coleta.

Pontos	Variáveis							
	pH	Turbidez (UNT)	OD (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Nitrato (mg/L)	CE (µs/cm)	T(°C)
P1	6,90±0,00	7,17±0,00	2,32±0,00	0,91±0,00	0,24±0,00	0,07±0,00	445,00±0,00	24,00±0,00
P2	7,63±0,51	37,53±18,80	1,71±2,26	0,64±0,52	0,61±0,65	0,07±0,03	965,00±453,02	25,03±0,55
P3	6,55±0,67	0,17±0,30	4,06±0,72	0,50±0,29	0,05±0,04	10,0±7,55	409,33±11,48	27,68±1,07
P4	7,70±0,61	35,28±22,46	6,43±0,75	0,79±0,32	0,08±0,08	0,15±0,10	483,17±30,20	26,90±1,54
P5	8,17±0,36	23,78±10,23	6,33±0,58	1,42±1,16	0,07±0,05	0,11±0,11	481,83±31,54	28,18±1,58
P6	8,22±0,44	51,28±45,96	6,27±0,71	0,99±0,50	0,12±0,12	0,14±0,10	483,67±29,43	27,37±1,45
P7	8,53±0,38	23,53±14,96	6,02±0,63	0,87±0,30	0,06±0,04	0,18±0,12	487,00±30,41	26,20±0,72
P8	8,60±0,35	7,56±1,95	6,05±0,23	1,03±0,57	0,04±0,04	0,17±0,18	487,00±31,24	26,17±0,76

Fonte: Pesquisa direta (2017).

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. Alterações nos valores podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados (ANA, 2017). *Achlya proliferoides* e *A. orion* têm sido identificadas em diferentes valores de pH (Pires-Zottarelli 1990; Nascimento et al. 2011), mostrando que os oomicetos podem tolerar a variação do pH (Sparrow 1968 , Gleason et al. 2011).

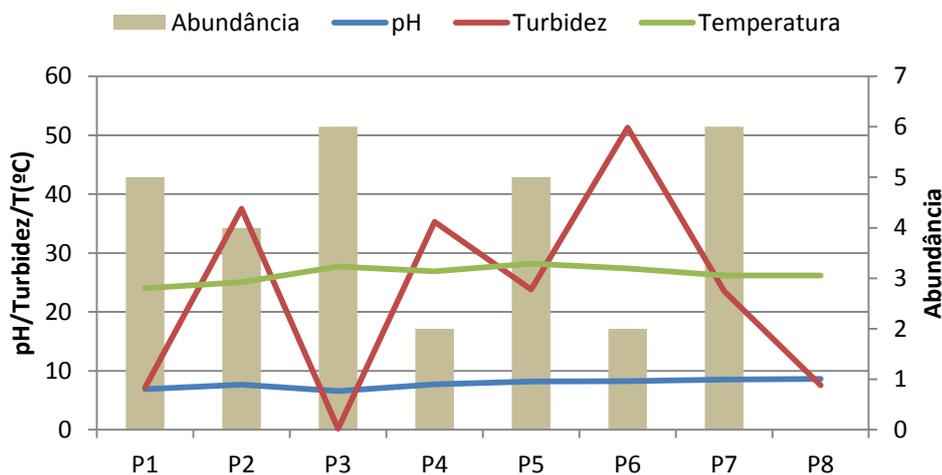


Figura 3: Correlação do pH, turbidez e temperatura com a abundância de oomicetos no compartimento água. Fonte: Pesquisa Direta (2017).

Em relação à turbidez dos ecossistemas, o ponto P6 o maior valor e a abundância foi uma das menores observada no período analisado (Figura 3), sendo um indicativo que a turbidez pode influenciar na ocorrência.

A temperatura não apresentou grandes variações entre os pontos analisados, não permitindo correlacionar essa faixa de 24°C a 30 °C com a abundância de organismos (Figura 3). Marano et al. (2008) encontraram maior abundância e diversidade de organismos zoospóricos em relação à menor temperatura da água, para Sparrow (1968) a abundância de aparece independente da temperatura.

Os organismos aquáticos são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

A partir da relação estabelecida entre OD (mg/L) e abundância de espécies não verificamos nenhuma relação direta entre os valores obtidos e o quantitativo de espécies por pontos (Figura 4). Muitos estudos têm reconhecido que os ambientes bem oxigenados favorecem a ocorrência de organismos zoospóricos (Marano et al. 2008), mas outros não mostram clara influência desse fator (Steciow 1998).

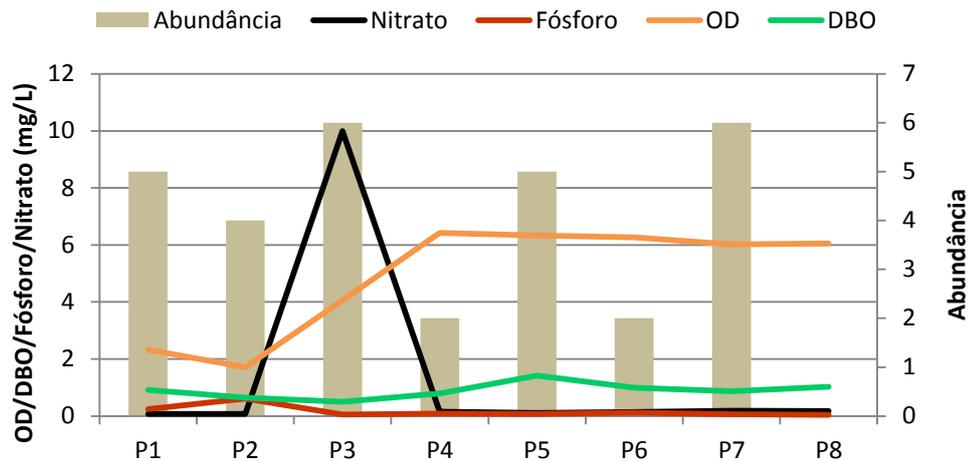


Figura 4: Correlação do nitrito, fósforo, OD e DBO com a abundância de oomicetos no compartimento água. Fonte: Pesquisa Direta (2017).

Situação similar encontrou-se em relação a variável DBO₅, não se estabeleceu relação entre os valores obtidos e a ocorrência de espécies (Figura 4). Altos valores de DBO₅, num corpo d'água são provocados geralmente causados pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos, causando a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos (ANA, 2017).

O fósforo apresentou concentração maior no ponto P2, mas em todos os pontos sua presença foi identificada (Figura 4), com valores superiores ao permitido pela Resolução nº357/2005, contudo a ocorrência indicada não revelou relação direta.

O nitrito apresentou-se elevado no ponto P3, mas não se verificou relação com a abundância de espécies, mas mostrou uma tolerância a diferentes concentrações no ambiente. Pires-Zottarelli (1990) encontrou valores superiores ao estabelecido pela Resolução CONAMA, mas não estabeleceu relação entre a ocorrência de oomicetos e o parâmetro nitrito.

A variável condutividade elétrica apresentou maior valor no ponto P2 (Figura 5), contudo não é possível afirmar se está variação influenciou na ocorrência de oomicetos, pois esse ponto não apresentou as maiores abundâncias. Alabi (1971) correlacionou a ocorrência de Saprolegniaceae com pH, temperatura e condutividade.

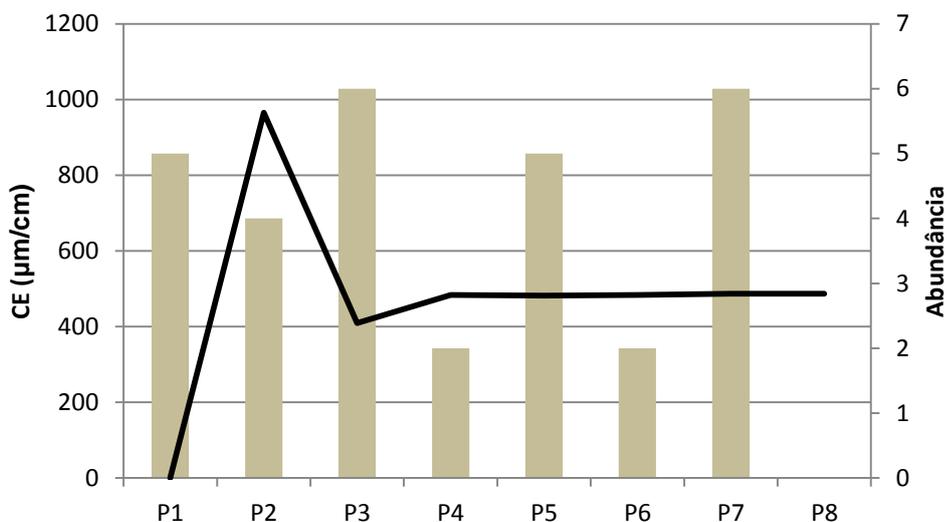


Figura 5: Correlação da condutividade elétrica com a abundância de oomicetos no compartimento água. Fonte: Pesquisa Direta (2017).

As características físico-químicas do ambiente criam as condições para a diversidade de organismos vivos, essenciais para o funcionamento equilibrado dos ecossistemas, contudo estão sujeitos a modificações naturais, intensificadas pelas atividades humanas (Flores-Lopes et al. 2010). Aspecto que torna essencial o monitoramento dos ambientes aquáticos por meio de variáveis abióticas, correlacionando com as diferentes populações que compõem os ecossistemas.

Oomicetos e fatores abióticos do solo

Foram registradas 56 ocorrências de oomicetos no solo, com temperatura média do solo entre os pontos, variando entre 24,86°C a 25,88°C (Figura 6), revelando uma ocorrência significativa de espécies no ponto P1, que apresentou a maior variação da temperatura.

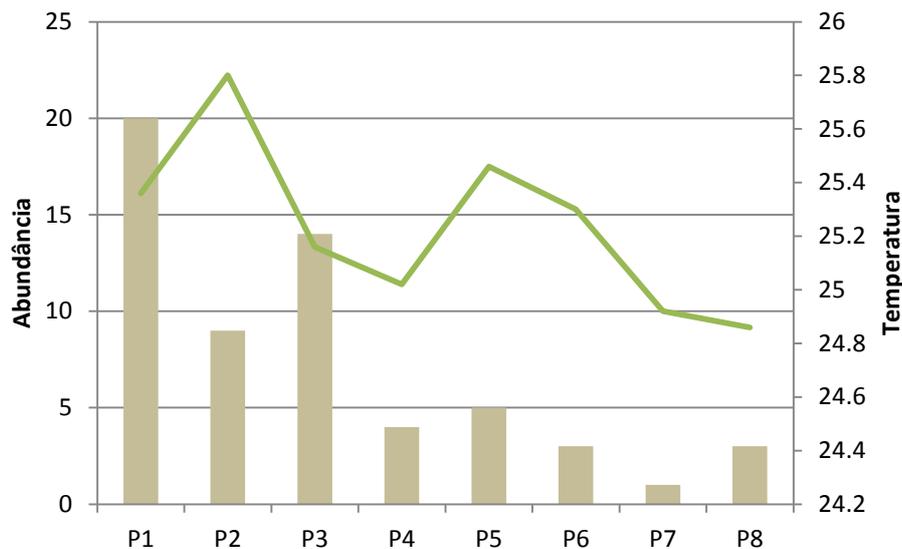


Figura 6: Correlação da temperatura do solo com a abundância de oomicetos. Fonte: Pesquisa Direta (2017).

A temperatura é um importante parâmetro para compreender os mecanismos edáficos que ocorrem no ambiente terrestre, apresentando-se normalmente mais elevadas na superfície. A disponibilidade e absorção dos nutrientes, além das atividades dos micro-organismos, são afetadas pela temperatura, retardam ou aceleram a decomposição (Pires-Zottarelli, 1990).

As características ecológicas dos ecossistemas são distintas, com variações climáticas e influências antrópicas, que não permitem definir em que condições predominam a ocorrência e quais espécies são favorecidas, pois os próprios organismos podem desenvolver mecanismos adaptativos para atender suas necessidades para que apresentem sucesso na colonização e reprodução.

Considerações Finais

Nesta pesquisa a comunidade de oomicetos foi composta principalmente por espécies raras, ocorrendo mais no compartimento solo como sapróbios de substratos celulósicos, mas também com registro de parasitismo, importante no processo de controle biológico. A precipitação e a temperatura ambiente foram os aspectos que mostram mais influência na distribuição dos organismos no período analisado, os demais fatores analisados da água e solo em comparação com a respectiva abundância nestes compartimentos não revelaram uma relação direta com a ocorrência de isolados, indicando que podem ser influenciados por um fator não analisado nesta pesquisa ou pela combinação de fatores que atuam nos ecossistemas, mostrando também um alto grau de tolerância. Assim, necessita-se de mais estudos em condições distintas, ampliando as discussões sobre as relações ecológicas dos oomicetos com outros micro-organismos, plantas e animais, além dos fatores abióticos.

Agradecimentos

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa a primeira autora. Aos colaboradores do Laboratório de Micologia/ Fungos Zoospóricos, Laboratório de Saneamento e Laboratório de Física da Universidade Federal do Piauí. A Adalberto, Alison dos Reis, Igor Magno, Marta Lustosa, José Ribeiro, Nelson Jorge e Isaac Bruno pelo auxílio na coleta de campo.

Referências Bibliográficas

Alabi, RO. 1971. Factores affecting seasonal Occurrence of Saprolegniaceae in Nigeria. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v. 56, n. 2, p. 289-299.

ANA (Agência Nacional de Águas). 2017. **Indicadores de qualidades Índice de qualidade das águas (IQA)**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-índice-aguas.aspx>. Acesso em: 13 jan 2017.

APHA/AWWA/WEF. 2012. **Standart methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation**. 22st Ed., Washington, USA. 4358 p.

Araujo, KD., Parentes, HN., Correia, KG., Rodrigues, MQR., Dantas, RT., Andrade, AP., Souto, JS. 2009. Influência da precipitação pluvial sobre a mesofauna invertebrada do solo em área de Caatinga no Semiárido da Paraíba. **Geoambiente** 8: 43-47.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Resolução nº 357, de 18 de junho de 2005. **Estabelece classificação para águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. DOU, Brasília, DF. 2005.

Catanozi, G. 2011. Importância dos aspectos ecológicos na análise quali-quantitativa da macrofauna edáfica. **Rev. Ibirapuera** 1: 42-52.

Dajoz, R. 2005. **Princípios de Ecologia**. Porto Alegre: Artmed.

Flores-Lopes, F. et al. 2010. Utilização de índices ecológicos em assembleias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento. **Biota Neotrop**, 10(4): 183-193.

Gleason, FH. et al. 2011. Zoosporic true fungi in marine ecosystems: a review. **Marine and Freshwater Research**, v. 62, p. 383-393.

Gomes, AL., Pires-Zottarelli, CLA. 2008. Oomycota (Straminipila) da Reserva Biológica de Paranapiacaba, Santo André, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 22: 373-392.

Jesus, A. L. et al. 2013. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: novas citações. **Hoehnea** v.1, p. 167-180.

Kozubíková-Balcarová, EO., Koukol, MP., Martín, J., Svoboda, A., Petrusek, J.; Diéguez-Uribeondo. 2013. The diversity of oomycetes on crayfish: morphological vs. molecular identification of cultures obtained while isolating the crayfish plague pathogen. **Fungal Biology** 117:682-91.

Marano, AV.; MM. Steciow. 2006. Frequency and abundance of zoosporic fungi in some lotic environments of Buenos Aires province (Argentina). **Journal of Agricultural Technology** 2: 1728.

- Marano, A.V. et al. 2016. Ecological roles of saprotrophic Peronosporales (Oomycetes, Straminipila) in natural environments. **Fungal Ecology**, v. 19, p. 77-88.
- Marano, AV., Barrera, M M., Steciow, JL., Saparrat, CMN. 2008. Frequency, abundance and distribution of zoosporic organisms from Las Cañas stream (Buenos Aires, Argentina). **Mycologia** 100: 691–700.
- Milanez, AI. 1989. Fungos de águas continentais. In: Fidalgo O. & V. L. Bononi (eds.), **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**, pp. 17-20. São Paulo: Instituto de Botânica.
- Miranda, ML., Pires-Zottarelli, CLA. 2008. Oomicetos do Parque Estadual da Serra da Cantareira, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea** 39: 95-112.
- Nascimento, CA., Pires-Zottarelli, CLA. 2012. Diversidade de fungos zoospóricos da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, estado de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia** 63: 587-611.
- Nascimento, CA.; Gomes, EPC., Pires-Zottarelli, CLA. 2011. Occurrence and distribution of zoosporic organisms in water bodies from Brazilian Cerrado areas. **Mycologia** 103: 261-272.
- Odum, EP. 1988. **Ecologia**. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Pires-Zottarelli, CLA. 1990. **Levantamento dos fungos zoospóricos (Mastigomycotina), da Represa do Lobo (“Broa”), São Paulo, SP**. 1990. 176p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Rocha, M., Pires-Zottarelli, CLA. 2002. Chytridiomycota e Oomycota da Represa do Guarapiranga. São Paulo, SP. **Acta Botanica Brasilica** 16: 287-309.
- Schoenlein-Crusius, IH.; Pires-Zottarelli, CLA.; Milanez, AI. 2004. Amostragem em Limnologia: os fungos aquáticos. In: Bicudo, C.E.M.; Bicudo, D.C. (Org.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Rima, pp. 179-191.
- Sparrow Jr., FK. Ecology of freshwater fungi. In: Ainsworth GC, Sussman A. S., eds. *The Fungi: an advanced treatise* vol. 3. New York: **Academic Press Inc.**, 41-93, 1968.
- Steciow, MM.; Milanez, AI.; Pires Zottarelli, CLA.; Marano, AV.; Letcher, PM.; Vélez, CG. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorid status of knowledge in South America. **Darwiniana** 50: 25-32.
- Steciow, MM. Variación estacional de los Oomycetes en un ambiente contaminado: Río Santiago y afluentes (Buenos Aires, Argentina). **Revista Iberoamericana de Micología**, v.15, p. 40-43, 1998.
- Tundisi, JG.; Tundisi, T. M. 2008. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 632p.
- Wolska, M.; Mazurkiewicz-Zapalowicz, K. 2013. Parasites of zooplankton and assemblages in the littoral zone of lakes in Drawa National Park, Poland. **Acta Mycol.** 48: 51-59.

**QUALIDADE DA ÁGUA, USOS E POTENCIAL PATOGÊNICO DE OOMICETOS
DO COMPLEXO AÇUDE JOANA, PEDRO II, PIAUÍ**

Joseane Lustosa Machado¹
José de Ribamar de Sousa Rocha²
Carlos Ernando da Silva³

¹ Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/MDMA – UFPI, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil. joseanelmachado@gmail.com.

² Doutor em Ciências Biológicas (Botânica-Micologia). Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia, Laboratório de Micologia, Campo Petrônio Portela, Ininga, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/MDMA – UFPI. ribamar10@hotmail.com.

³ Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA/MDMA – UFPI.

RESUMO

A água é o recurso essencial para a manutenção da vida, imprescindível para a maioria das atividades humanas, sustentando a diversidade biológica e a produção de alimentos, mas constitui-se em meio de propagação de patógenos. Os oomicetos são organismos saprofíticos, degradando matéria orgânica, presentes nos ecossistemas aquáticos e terrestres, que podem atuar como parasitas de plantas e animais de importância econômica. Este estudo pretende analisar o índice de qualidade da água e verificar a relação dos usos preponderantes com o potencial patogênico de oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí. Foram realizadas cinco coletas de água e solo em oito pontos, para identificação dos oomicetos e análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos utilizados no cálculo do IQA/CETESB. Os corpos d'água apresentaram IQA variando de "Razoável" a "Ótimo", contudo o parâmetro fósforo apresentou valor superior ao orientado pela Resolução CONAMA 357/2005 em todos os pontos amostrais. Foram identificados 24 táxons de oomicetos, com 16 apresentando potencial patogênico a peixes e culturas agrícolas. A ocorrência não caracteriza incidência de patogenicidade, pois esses organismos ocorrem naturalmente no ambiente. Porém, estresses ambientais podem promover o parasitismo, interferindo na irrigação e atividades de pesca desenvolvidas no local. Assim, o gerenciamento das atividades desenvolvidas no Complexo Açude Joana e em seu entorno, é essencial para a qualidade e equilíbrio dos ecossistemas.

Palavras-chave: Índice de qualidade da água, Fungos *lato sensu*, Usos da água, Patogenicidade.

ABSTRACT

Water is the essential resource for the maintenance of life, essential for most human activities, sustaining biological diversity and food production, but it is a means of propagating pathogens. Oomycetes are saprophytic organisms, degrading organic matter, present in aquatic and terrestrial ecosystems, which can act as parasites of plants and animals of economic importance. This study intends to analyze the water quality index and verify the relation of the predominant uses with the pathogenic potential of oomycetes in the Açude Joana Complex, Pedro II, Piauí. Five water and soil samples were collected at eight points, to identify the oomycetes and to analyze the physical-chemical and microbiological parameters used in the calculation of the IQA / CETESB. The water bodies presented IQA varying from "Reasonable" to "Optimum", but the parameter phosphorus presented a value superior to that oriented by CONAMA Resolution 357/2005 in all the sampling points. Twenty - four taxa of oomycetes were identified, with 16 presenting pathogenic potential to fish and agricultural crops. The occurrence does not characterize the incidence of pathogenicity, since these organisms occur naturally in the environment. However, environmental stresses can promote parasitism, interfering with irrigation and fishing activities developed on site. Thus, the management of the activities developed in the Complexo Açude Joana and its surroundings is essential for the quality and balance of ecosystems.

Key words: Water quality index , Fungi *sensu lato*, Uses of water, Pathogenicity.

INTRODUÇÃO

A água é o recurso essencial para a manutenção da vida, imprescindível para a maioria das atividades humanas, utilizada no abastecimento doméstico, industrial, recreação, dessedentação de animais, pesca e irrigação. Contudo, o crescimento populacional e o uso e ocupação desordenado do espaço, tornaram os rios receptores de esgotos domésticos, águas residuárias de atividades pecuárias, industriais e agrícolas, afetando a qualidade do ambiente para os organismos aquáticos e para a saúde humana.

A conservação da quantidade e da qualidade da água depende do uso e ocupação das bacias hidrográficas, de onde se origina, circula, percola ou fica estocada. Nos centros urbanos as principais interferências são a poluição por esgotos domésticos, parcialmente ou não tratados, aos despejos industriais, além da impermeabilização do solo. Em áreas rurais deve-se à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação (ALEXANDRE et al., 2010).

O gerenciamento dos recursos hídricos para que seu uso seja sustentável, passa por um acompanhamento sistemático por meio de índices e parâmetros que contemplem os variados usos pretendidos para um corpo d'água. Um índice bastante empregado para definição da qualidade de um corpo hídrico para uso no abastecimento é o IQA adaptado pela CETESB, que utiliza nove parâmetros físico-químicos e microbiológicos na caracterização do manancial. Contudo, o emprego dessas variáveis não contemplam todas as alterações ocorridas na microbacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais.

Assim, o acompanhamento deve contemplar os fatores abióticos, mas também os bióticos relacionados com os processos metabólicos de produção, consumo e decomposição dos ecossistemas aquáticos, estes interdependentes responsáveis pelo seu funcionamento e manutenção do equilíbrio biológico (ESTEVES, 2011).

A água é um recurso estratégico para o estabelecimento dos centros urbanos, sustentando a diversidade biológica e a produção de alimentos, constitui-se em dos meios de propagação de patógenos que podem gerar perdas econômicas, sociais, ecológicas e riscos sanitários aos usuários, especialmente quando o ecossistema encontra-se em desequilíbrio.

Todos os organismos vivos estão continuamente sendo expostos a agentes potencialmente patogênicos, sendo necessária a alteração em algum fator ou fatores para que ocorra a infecção. Novas doenças surgiram nos últimos anos e pesquisas sugerem que uma espécie que originalmente sobreviveu como saprófito pode se tornar patógeno, resultado de mudanças ambientais, como por exemplo, o aquecimento global (KAGEYAMA, 2014).

Os oomicetos são organismos saprofíticos, decompositores de matéria orgânica, considerados ubíquos em ecossistemas de água doce que podem causar infecções em peixes, tanto selvagens como cultivados (WATERSTRAT, 1997). O gênero *Saprolegnia* é responsável por infecções em peixes e em seus ovos. São oportunistas, multiplicando-se em peixes fisicamente feridos, estressados ou infectados. Assim, os surtos geralmente estão associados à má qualidade da água, temperatura e práticas de manejo inadequadas (PICKERING; WILLOUGHBY, 1982; PINHEIRO, 2015).

O gênero *Pythium* apresenta mais de 140 espécies conhecidas, incluindo patógenos de plantas (por exemplo, *P. aphanidermatum*), animais (*P. insidiosum*), algas (*P. porphrae*) e saprófitos (*P. intermedium*), encontrados em habitats de água doce, marinhos e terrestres. As espécies de *Pythium* normalmente causam apodrecimento de sementes e tombamento de mudas, contudo com novos sistemas de cultura, por exemplo, o sistema hidropônico, tem-se observado podridão de raízes em plantas adultas, ampliando sua ocorrência como patógeno (KAGEYAMA, 2014).

P. insidiosum é responsável pela pitiose, quadro infeccioso de localização cutâneo-subcutânea e eventualmente sistêmica, de ocorrência em homens e animais, particularmente

em equinos. Ocorre principalmente em regiões tropicais e subtropicais, com os primeiros relatos em humanos em 1985, na Tailândia, e correspondiam a pacientes com úlceras cutâneas crônicas de localização nos membros inferiores (ÁLVAREZ et al., 2013). Marques et al. (2006) relataram o primeiro caso de pitiose humana no Brasil, a ocorrência registrada foi após pescaria em lago de águas paradas, no qual o homem permaneceu com as pernas submersas que gerou úlcera cutânea. Também no país é frequente casos de pitiose em equinos e ovelhas ou observados em cães. No Piauí. Foi relatada pitiose em equino (ROCHA et al., 2010).

O oomiceto *Phytophthora* é um patógeno de importância econômica e ambiental tanto para culturas agrícolas quanto para florestas plantadas e nativas. No século XIX, a espécie *P. infestans* dizimou as plantações europeias de batata (*Solanum tuberosum* L.) e, indiretamente, causou a morte de milhares de pessoas naquele continente (LUZ et al., 2001).

No Brasil, o gênero *Phytophthora* causa danos em culturas economicamente relevantes, destacando-se: *P. infestans* (requeima do tomateiro e da batata); *P. cinnamomi* (podridão de raízes de abacateiro); *P. palmivora* (podridão de raízes e frutos de mamoeiro, podridão parda do cacauzeiro, podridão do pé da pimenta-do-reino, gomose dos citrus, além de outras doenças em numerosos outros hospedeiros); *P. capsici* (podridão das raízes, caule, folhas e frutos de solanáceas e de cucurbitáceas). Nos plantios florestais brasileiros tem-se verificado a presença de *Phytophthora* em algumas associações patogênicas com seringueira, acácia-negra, pupunheira e araucária (SANTOS et al., 2014).

Objetivou-se analisar o índice de qualidade da água e verificar a relação dos usos preponderantes com o potencial patogênico de oomicetos no Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí.

METODOLOGIA

A Barragem Joana, inaugurada em agosto de 1996, barra o rio Corrente a cerca de 2 km a jusante da cidade de Pedro II, com capacidade para 10,6 milhões de m³ (ANA, 2017). O rio é intermitente, com alimentação pluvial e por nascentes, as mais importantes Pirapora, Bananeira e Buritizinho.

Foram realizadas cinco coletas (novembro/2015; fevereiro/2016; abril/2016; maio/2016 e agosto de 2016) em oito pontos, distribuídos no rio Corrente (P1-P2), nascente Bananeira (P3) e açude Joana (P4-P8). Nesta pesquisa foi adotado o termo Complexo Açude Joana como definição da área de pesquisa (Figura 1).

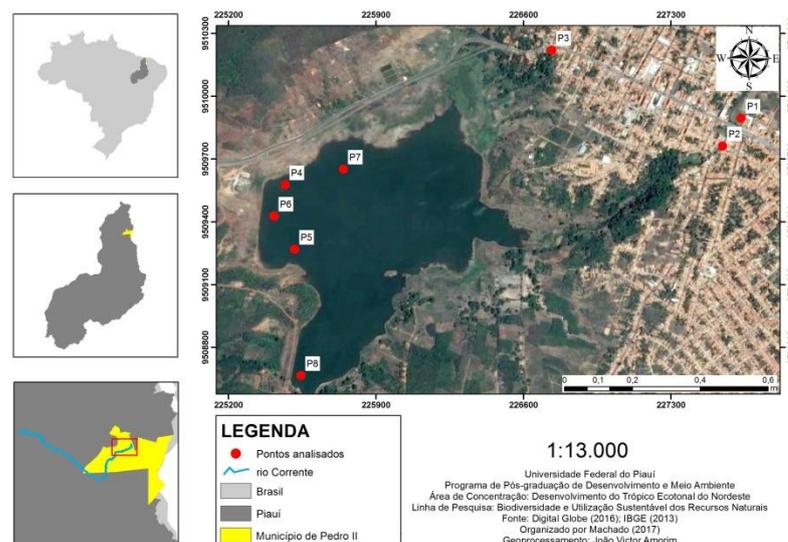


Figura 1: Localização dos pontos de coleta no Complexo Açude Joana. Fonte: Amorim; Machado (2017).

Os usos múltiplos do Complexo Açude Joana foram identificados a partir de observação *in loco* por formulário próprio e levantamento bibliográfico de documentos oficiais.

As variáveis oxigênio dissolvido (OD) mg/L e temperatura da água (°C) foram medidos *in loco* com oxímetro portátil HI9146-04 e termômetro de mercúrio, respectivamente. Para as variáveis pH, turbidez (NTU), demanda bioquímica de oxigênio (DBO5/20), sólidos totais (mg/L), nitrato (mg/L) e fósforo (mg/L) foram coletadas amostras de água em garrafas de material plástico e para os coliformes termotolerantes foram coletadas 100 mL de água em sacos plásticos estéreis. As amostras foram conduzidas ao Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Piauí onde foram realizadas as determinações analíticas para as variáveis de acordo com os procedimentos estabelecidos no Standard Methods (APHA, 2012), no caso da análise microbiológica da presença de coliformes termotolerantes utilizou-se o Teste Colilert (Quanti-Tray-Método de substrato de IDEXX Laboratories).

O cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA) foi realizado com base na metodologia da CETESB, baseado no produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis que integram o índice, conforme a equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

As notas de qualidade de cada parâmetro foram estabelecidas através das curvas de variação que relacionam seu respectivo valor a uma nota que varia de 0 a 100, obtidas com auxílio do site Water Quality Index: <http://www.waterresearch.net/watrqualindex/index.htm>. Os pesos relativos dos parâmetros são distribuídos conforme Tabela 1.

Tabela 1. Peso dos parâmetros utilizados no IQA para o cálculo do IQA.

Parâmetros	Pesos relativos (wi)
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
DBO5, 20 (mg/L)	0,10
Fosfato Total (mg/L)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Nitrato (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos Totais (mg/L)	0,08

Fonte: ANA (2017).

A partir do cálculo efetuado, categoriza-se a qualidade das águas brutas em uma escala que varia de 0 a 100: ótimo (100-80); boa (80-52); razoável (51-37); ruim (36-20) e péssima (19-0) (ANA, 2017). Os nove parâmetros analisados também foram comparados com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para o levantamento das espécies de oomicetos coletou-se amostras de água a uma profundidade de até 10 cm juntamente com detritos vegetais e animais em frascos de Wheaton (100 mL) identificados. Em sacos plásticos identificados foram acondicionadas amostras de solo (aproximadamente 200 g), após remoção da camada superficial, com o auxílio de espátula. Foram processadas no Laboratório de Micologia/Fungos Zoospóricos da UFPI,

conforme a Técnica de Iscagem Múltipla de Milanez (1989). As espécies foram identificadas de acordo com Sparrow Jr. (1960), Johnson (1956), Scott (1961), Plaats-Niterink (1981) e Johnson Jr. et al. (2002). Após a identificação em nível de espécies, realizou-se revisão de literatura para identificação do potencial patogênico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corpos d'água que compõem o Complexo Açude Joana nesta pesquisa, com base no Índice de Qualidade da Água (IQA), apresentam suas águas na faixa de “Razoável” a “Ótimo”, com valores médios entre 43,28 a 83,50 (Tabela 2). Situação similar foi observada em pesquisa realizada no Baixo Curso do rio Itapecuru no estado do Maranhão, que enquadrou a qualidade da água nas classes “Boa” e “Ruim”, com variação de 48,1 a 69,8, com diminuição da qualidade da montante para a jusante do rio (SOARES et al., 2016).

Tabela 2. IQA Médio e Desvio Padrão do Complexo Açude Joana, Pedro II, Piauí.

Pontos	IQA Médio/DP	Descrição da qualidade
P1	60,17±0,00	Boa
P2	43,28±25,38	Razoável
P3	71,33±8,19	Boa
P4	75,36±8,76	Boa
P5	83,50±2,85	Ótima
P6	74,62±14,02	Boa
P7	79,10±5,34	Boa
P8	79,02±4,23	Boa

Fonte: Pesquisa direta (2017).

Observamos uma variação espacial da qualidade da água entre os pontos de coleta. Os pontos P1 e P2 registram os valores mais baixos de IQA (Tabela 2), corresponde ao trecho do rio Corrente, apresentam irregularidade no escoamento superficial, ambientes perenes que apenas no período chuvoso apresentam vazão. É uma área de intensa urbanização, onde o leito do rio Corrente recebe efluentes domésticos e resíduos sólidos, a mata ciliar inexistente nesses pontos, foi substituída por residências e por práticas de agricultura de subsistência (Tabela 3).

No ponto P3, nascente Bananeira, a água foi enquadrada na classe “boa” (Tabela 2), apresenta vazão o ano todo, contudo seu entorno apresenta residências, com culturas agrícolas e faixas de mata nativa (Tabela 3). Os pontos P4 a P8 corresponde ao Açude Joana, ambiente lântico, este por sua localização recebe as águas pluviais, efluentes e resíduos sólidos da cidade, devido à ausência de um sistema de saneamento básico (Tabela 3), apenas o P5 foi classificado como “ótimo”, todos os demais como “boa” (Tabela 2).

Essa variação espacial, especialmente no açude, revela que a utilização do IQA, consiste em uma resposta inconsistente. Soares et al. (2016) afirma que através deste índice, ambientes distintos com dinâmicas diversas acabam assumindo valores numéricos similares que não revelam seguramente a qualidade do recurso hídrico monitorado. Assim, o índice deve ser adaptado à realidade local, representando a especificidade do manancial e as alterações espaço-temporal.

A legislação brasileira regulamenta o enquadramento dos corpos d'água em classes, prevista na Resolução CONAMA nº357/2005, que leva em consideração os usos praticados, prevendo parâmetros físico-químicos e biológicos e respectivos limites aceitáveis. Levando em consideração os usos observados na área de estudo (Tabela 3), estão definidos os

parâmetros da Classe II como referencia para análise das variáveis utilizadas na construção do IQA.

Os corpo d'água de Classe II são os destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional (clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH), à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e aquicultura e à atividade de pesca (BRASIL, 2005). A área de estudo apresenta em comum o uso no abastecimento público após captação e tratamento por instituição pública do Estado, além da atividade de pesca e irrigação, também atuam diluindo efluentes, pois os mesmos são lançados no rio e nascente que deságuam no açude.

Tabela 3. Descrição dos pontos de coleta e usos observados no Complexo Açude Joana.

Pontos	Descrição da área	Usos observados
P1	Trecho urbano do rio Corrente, a jusante de passagem molhada. Mata ciliar ausente, com construções de residências e agricultura de subsistência.	Lançamento de efluentes e resíduos sólidos.
P2	Trecho urbano do rio Corrente, a montante de passagem molhada. Mata ciliar ausente, com construções de residências.	Lançamento de efluentes domésticos, de mecânica automotiva e resíduos sólidos.
P3	Nascente Bananeira, localizada no perímetro urbano, próximo ao portal de entrada da cidade, com residência em seu entorno. A nascente encontra-se “protegida” por caixa de concreto, contudo continua seu curso e deságua no açude. Canal a céu aberto próximo a nascente recebe efluentes domésticos e resíduos.	Consumo humano. Lavagem de roupa.
P4	Ponto de captação de água no Açude Joana para abastecimento público da cidade.	Abastecimento público. Dessedentação animal.
P5	Área no Açude Joana com solo exposto e vegetação herbácea. Captação de água para irrigação.	Abastecimento público. Pesca. Lavagem de roupa. Abastecimento de caminhão pipa. Lavagem de moto.
P6	Área no Açude Joana próximo ao sangradouro.	Abastecimento público. Pesca. Dessedentação animal. Lavagem de moto.
P7	Próximo a orla construída no Açude Joana.	Abastecimento público. Dessedentação animal.
P8	Barramento Joana, área construída em 1996 de responsabilidade do DNOCS.	Abastecimento público. Irrigação. Pesca. Dessedentação animal.

Fonte: Pesquisa direta (2017).

Levando em consideração os valores médios obtidos para os parâmetros físico-químicos e biológicos em comparação a Resolução CONAMA para corpos d'água de Classe II, constatamos que o pH, turbidez e DBO₅ estão entre os limites estabelecidos (Tabela 4). O pH está entre a faixa de 6,0 a 9,0, a turbidez inferior a 100 UNT e a DBO com valores inferiores a 5 mg/L.

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos e biológicos e classificação segundo o CONAMA, nos pontos de coleta do Complexo Açude Joana.

Parâmetros	Pontos amostrais								CONAMA	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Classe I	Classe II
pH	6,90±0,00	7,63±0,51	6,55±0,67	7,70±0,61	8,17±0,36	8,22±0,44	8,53±0,38	8,60±0,35	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Turbidez (UNT)	7,17±0,00	37,53±18,80	0,17±0,30	35,28±22,46	23,78±10,23	51,28±45,96	23,53±14,96	7,56±1,95	40	100
OD (mg/L)	2,32±0,00	1,71±2,26	4,06±0,72	6,43±0,75	6,33±0,58	6,27±0,71	6,02±0,63	6,05±0,23	> 6	> 5
DBO ₅ (mg/L)	0,91±0,00	0,64±0,52	0,79±0,32	0,79±0,32	1,42±1,16	0,99±0,50	0,87±0,30	1,03±0,57	3	5
Fósforo (mg/L)	0,24±0,00	0,61±0,65	0,05±0,04	0,08±0,08	0,07±0,05	0,12±0,12	0,06±0,04	0,04±0,04	0,020 **	0,030 **
Nitrato (mg/L)	0,07±0,00	0,07±0,03	10,0±7,55	0,15±0,10	0,11±0,11	0,14±0,10	0,18±0,12	0,17±0,18	10,0	10,0
Sólidos totais (mL/h)	180,00±0,00	506,67±382,80	200,00±73,76	305,00±128,96	223,33±95,01	245,00±100,35	240,00±91,65	453,33±371,66	500	500
Coliformes T. NMP/100 mL.	86,2±0,00	2419,6±0,00	18,5±27,13	171,6±277,89	2,3±1,03	377,1±575,41	12,3±14,59	5,2±0,00	200	1000
Temperatura (°C)	24,00±0,00	25,03±0,55	27,68±1,07	26,90±1,54	28,18±1,58	27,37±1,45	26,20±0,72	26,17±0,76	*	*

* Não previsto na Resolução CONAMA nº 357/2005, **Ambiente lântico, ***Fósforo Classe 1 e 2 (Ambiente intermediário: 0,025mg/L).

Considerando o Oxigênio Dissolvido (OD), os pontos P1, P2 e P3 apresentam valores inferiores ao limite estabelecido de 6 mg/L, enquanto os pontos P4 a P8 apresentam níveis superiores ao proposto na Resolução, porém com variação muito pequena.

As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica, assim as águas limpas apresentam concentrações mais elevadas (BARROS; MATOS, 2013).

O parâmetro nitrato na nascente (P3) apresentou como valor médio o limite estabelecido pela resolução que é de 10,0mg/L, nos demais pontos analisados ocorreram valores inferiores ao estabelecido na legislação. Os nitratos são tóxicos a bovinos, ovinos e equinos e seres humanos menores de seis meses, pois bactérias no trato digestivo reduzem o nitrato a nitrito, podendo ocorrer envenenamento. As fontes de nitrogênio para os corpos d'água são variadas, sendo uma das principais o lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais. Em áreas agrícolas, o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, assim como a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas (ANA, 2017).

O nitrato é o poluente de ocorrência mais frequente nas águas subterrâneas. Além do uso de fertilizantes agrícolas e criação de animais, os sistemas de saneamento *in situ*, quer por tanques sépticos ou fossas rudimentares, constituem outra importante fonte de nitrato nas águas subterrâneas. Utiliza fossas rudimentares ou não possui qualquer sistema de saneamento que, na prática, se traduz na deposição inadequada dos efluentes líquidos, muitas vezes diretamente no aquífero (fossas negras escavadas até o nível freático) (VARNIER; HIRATA, 2002).

No solo, o nitrato fica muito propenso ao processo de lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável incremento nos teores de nitrato nas águas profundas. A intensidade do processo de contaminação depende principalmente do solo, das condições climáticas (pluviosidade) e de manejo da irrigação e da profundidade do lençol freático ou aquífero. (RESENDE, 2002).

O valor médio dos sólidos totais, apenas no ponto P2 está superior ao limite estabelecido de 500mg/L. Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, além de causar danos à vida aquática, pois ao se depositarem no leito, impactam sobre os organismos que vivem nos sedimentos e que servem de alimento para outros organismos, além de alterar os locais de desova de peixes (ANA, 2017).

Em relação aos coliformes termotolerantes, apenas o ponto P2 apresentou valor superior ao estabelecido para a Classe II, de 1.000mL. As bactérias coliformes termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente são indicadora de poluição por esgotos domésticos, sua presença em grandes números indicam a possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ANA, 2017).

O parâmetro fósforo encontra-se alterado em todos os pontos analisados, tanto para ambientes lênticos como intermediários, no que se refere às características das áreas analisadas.

O fósforo é um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes artificiais de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas também é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água (BARROS; MATOS, 2013).

Em pesquisa realizada por Batista et al. (2016) em trecho do rio Corrente também em Pedro II, analisaram os parâmetros pH que apresentou variação de 6,1-7,4, OD de 6,6-8,4 mg/L e DBO entre 1,6-7,3 mg/L valores próximos ao observado nesse estudo apenas do

parâmetro pH, que foi entre 6,55-8,60. Tanto o OD (1,71-6,43 mg/L) como a DBO entre 0,64-1,42 apresentaram valores abaixo do registrado por Batista et al. (2016), mostrando uma intensificação do processo de degradação dos ecossistemas pelo contínuo recebimento de efluentes domésticos.

Foram identificados 24 espécies de oomicetos, distribuídos em 11 gêneros (*Aphanomyces*, *Plectospora*, *Leptolegniella*, *Myzocytiopsis*, *Olpidiopsis*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Pythiogeton*, *Achlya*, *Brevilegnia* e *Dictyuchus*). Neste estudo os gêneros *Globisporangium* e *Phytopythium*, segregados a partir de estudos filogenéticos foram agrupados no gênero *Pythium*, grupo de origem dos mesmos.

Entre as espécies de oomicetos isoladas da água e solo, 16 apresentam potencial patogênico a plantas e animais de interesse econômico (Tabela 5), que podem afetar os usos da água para a irrigação e a atividade de pesca.

O parasitismo por oomicetos em peixes é conhecido pelo termo Saprolegniose, mesmo que o agente seja outro oomiceto diferente de *Saprolegnia*.

Tabela 5. Potencial patogênico de oomicetos isolados no Complexo Açude Joana, Pedro II, PI.

Gênero	Potencial patogênico	Espécies	Potencial patogênico
<i>Achlya</i>	Saprolegniose; Síndrome Epizootica Ulcerativa em peixes.	<i>Achlya americana</i>	Parasita de peixes (SCOTT; OBIER, 1962; SCOTT; WARREN, 1964; OGBONNA, 1989; SATI, 1991).
		<i>Achlya flagellata</i>	Parasita de peixes e seus ovos (TIFFNEY; WOLF, 1937; TIFFNEY, 1939; DOMASHOVA, 1971; SRIVASTAVA, 1976; OGBONNA, 1989; LARTZEVA; DUDKA, 1990; SATI, 1991; CZEZUGA, 2015).
		<i>Achlya orion</i>	Saprolegniose em peixes (SRIVASTAVA, 1976; OGBONNA, 1989; SATI, 1991).
		<i>Achlya proliferoides</i>	Saprolegniose em tilápias (SRIVASTAVA, 1976; OGBONNA, 1989; CHAUHAN, 2014).
<i>Aphanomyces</i>	Praga do lagostim. Parasitam peixes, crustáceos e raízes de beterraba e fabaceae.	<i>Aphanomyces helicoides</i>	Parasitose em ovos de peixe (SRIVASTAVA; SRIVASTAVA, 1976).
		<i>Aphanomyces keratinophyla</i>	-
		<i>Aphanomyces</i> sp.	-
<i>Brevilegnia</i>	Infecção em peixes.	<i>Brevilegnia subclavata</i>	Parasita de peixes (KHULBE, 1989).
<i>Dictyuchus</i>	Saprolegniose em peixes.	<i>Dictyuchus sterile</i>	Parasita de peixes (SRIVASTAVA, 1976; OGBONNA, 1989; SATI, 1991).
		<i>Dictyuchus</i> sp.	-
<i>Leptolegniella</i>	-	<i>Leptolegniella keratinophila</i>	-
<i>Myzocytiopsis</i>	Parasita de rotíferos, nematóides.	<i>Myzocytiopsis zoophthora</i>	Parasita de rotífero (KARLING, 1942; KIZIEWICZ 2012; WOLSKA; MAZURKIEWICZ-ZAPALOWICZ 2013).
<i>Olpidiopsis</i>	Parasita de oomicetos.	<i>Olpidiopsis</i> sp.	-
<i>Phytophthora</i>	Patógenos a espécies de plantas de interesse econômico e florestas.	<i>Phytophthora palmivora</i>	<i>Anacardium occidentale</i> L., <i>Annona squamosa</i> L., <i>Anthurium andraeanum</i> Linden, <i>Carica papaya</i> L., <i>Citrus</i> L., <i>Cocos nucifera</i> L., <i>Piper nigrum</i> L. (MILANEZ et al., 2007).
<i>Plectospora</i>	Patógenos a	<i>Plectospora gemmifera</i>	Podridão radicular em cana-de-açúcar

Continuação

	espécies de plantas de interesse econômico.		(DRECHSLER, 1929).
		<i>Plectospira myriandra</i>	Lesão em raiz de tomate (DRECHSLER, 1927).
<i>Pythium</i>	Pitiose em mamíferos, aves e humanos. Fitopatógeno de raízes e sementes, podendo parasitar soja, feijão, fava, milho, cana de açúcar, melancia, tomate.	<i>Globisporangium echinulatum</i>	Podridão radicular em cebola, beterraba, morango, tomate, pepino (PLAATS-NITERINK, 1981; BERTONECELE, 2015).
		<i>Globisporangium mamillatum</i>	Parasita de crisântemo, cana-de-açúcar e tomate (MILANEZ et al., 2007).
		<i>Globisporangium ultimum</i>	Parasita de bico-de-papagaio, cana-de-açúcar, crisântemo, amendoim, couve, grão-de-bico, alface, tomate, feijão-de-lima, ervilha, jiló e berinjela (MENDES et al., 1998; MILANEZ et al. 2007).
		<i>Phytophythium palingenes</i>	Podridão radicular em culturas de mandioca (MATIAS, 2013).
		<i>Phytophythium vexans</i>	Podridão em estrelízia, cana-de-açúcar, berinjela, jiló (MILANEZ et al., 2007).
<i>Pythiogeton</i>	Parasitose em culturas de milho, arroz e cana de açúcar e bambu.	<i>Pythiogeton dichotomum</i>	-
		<i>Pythiogeton ramosum</i>	Podridão em raiz e caule de arroz selvagem (DOAN et al., 2014); Cipestre; hera-inglesa; gengibre; cana-de-açúcar (ROCHA et al., 2014).
		<i>Pythiogeton uniforme</i>	-

Fonte: Machado e Rocha (2016).

Entre as espécies identificadas nove são fitopatogênicas, *G. echinulatum*, *G. mamillatum*, *G. ultimum*, *P. palingenes*, *P. vexans*, *P. ramosum* e *Phytophthora palmivora*. O gênero é um dos mais agressivos, e todas as suas espécies apresentam potencial patogênico a culturas agrícolas utilizadas na produção de alimentos, mas também são encontradas em ambientes florestais. Viana e Sobrinho (1998) relataram na microrregião do Litoral Piauiense a presença de espécies de *Phytophthora parasitica* causando gomose do mamoeiro, *P. infestans* provocando requeima no tomate. Espécies de *Phytophthora* sp. causando gomose em citrus e podridão em colo de pimentão. Também observaram o tombamento de cebola por *Phytophthora* sp. ou *Pythium* sp.

Milanez et al. (2007), relatam a ocorrência para o Piauí de *P. infestans*, *P. palmivora* e *P. nicotiane* parasitando *Lycopersicon esculentum*, *Anacardium occidentale* e *Carica papaya*, respectivamente.

Espécies sensíveis a altas temperaturas e umidade, podem resultar em graves infecções por *Pythium*. Culturas hidropônicas também oferecem condições ideais para a propagação hídrica de *Pythium* e *Phytophthora*. Uma vez que um patógeno invade um campo ou uma estufa, ele rapidamente se propaga e se dispersa, resultando em sérias perdas de rendimento (KAGEYAMA, 2014).

As espécies *A. americana*, *A. flagellata*, *A. orion*, *A. proliferoides*, *A. helicoides*, *B. subclavata* e *D. sterile* são potenciais causadores de doenças em peixes e seus ovos. Segundo Pinheiro et al. (2015) a presença de toxinas no alimento, água ou pele, nadadeiras e brânquias danificadas podem preceder para uma invasão secundária. Também podem ser responsáveis pelo aparecimento destes patógenos, o estresse físico como a redução da temperatura da água, alta ou baixa do pH, ou alta salinidade

Fatores de estresse ambiental, incluindo a má qualidade da água, temperaturas adversas e, na aquicultura, manuseio ou superlotação, podem resultar em maior ocorrência de infecções (BAILEY, 1984). Cita-se o caso de saprolegniose em trutas marrons silvestres que resultaram de um aumento nos detritos orgânicos na água e a diminuição da vazão (WHITE, 1975).

As descrições de oomicetos como patógenos são antigas, infectando peixes datam de meados do século XVIII (HUPHREY, 1893) e em meados do século XIX, *Phytophthora* dizimou as plantações europeias de batata (*Solanum tuberosum* L.) e, indiretamente, causou a morte de milhares de pessoas naquele continente e a imigração para a América do Norte (LUZ et al. 2001).

Esses organismos são importantes recicladores no ambiente, assim sua presença nos ecossistemas é natural, porém para desencadear infecções é necessário alterações em fatores ambientais para esse descontrole. Os oomicetos atuam na ciclagem de nutrientes, decompondo material orgânico de origem vegetal e animal, são consumidos pelos zooplâncton nos ambientes aquáticos e atuam como reguladores das populações ao atuarem como parasitas, estabelecendo-se o equilíbrio ecológico.

O solo pode “prevenir o estabelecimento de patógenos ou inibir as suas atividades patogênicas, fenômeno denominado supressividade, cada organismo do solo exerce uma função para manter esse processo, por isso a importância de manter a comunidade biológica em equilíbrio” (BETTIOL; GHINI, 2005, p.129).

Pfenning e Abreu (2012) ressaltam o papel dos fungos e oomicetos como degradadores de xenobióticos e contaminantes orgânicos introduzidos no solo, constituindo um importante elo na cadeia trófica do solo, estabelecendo relação com outros micro-organismos. Portanto, a manutenção da diversidade beneficia diretamente a agricultura sustentável,

Como discutem Soares et al. (2016), o conhecimento da qualidade da água nos padrões espaço-temporais são essenciais para a análise do status de conservação do ecossistema, pois caracterizam os possíveis tensores ambientais do entorno e definem as estratégias de gerenciamento adequadas para garantir o equilíbrio entre as demandas da sociedade e os fatores físico-químicos, biológicos e ecológicos dos corpos d’água, evitando o comprometimento do seu aproveitamento múltiplo e integrado, e de forma a colaborar para a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente (BRAGA et al., 2002).

Nesse cenário é essencial que as atividades desenvolvidas no Complexo Açude Joana sejam planejadas conciliando a conservação com o desenvolvimento local. A água e o solo são os principais promovedores de desenvolvimento econômico e social, pois todas as atividades humanas estão direta ou indiretamente correlacionadas com estes recursos, mas somente quando o fator ambiental for inserido nesse contexto, as perdas serão minimizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que as águas dos mananciais que compõem o Complexo Açude Joana em Pedro II, conforme o IQA verificado apresenta qualidade satisfatória, porém, ao analisar as variáveis em comparação ao estabelecido na Resolução do CONAMA nº375/2005, observou-se que os mananciais encontram-se impactados em consequência do lançamento de efluentes domésticos devido à concentração de fósforo acima do valor permitido. A nascente Bananeira também sofre com um impacto silencioso, ao ser observado a concentração de nitrato com valor superior ao estabelecido pela legislação vigente. Esses aspectos estão diretamente relacionados com a ausência de saneamento básico no município.

Identificou-se a ocorrências de espécies de oomicetos com potencial patogênico a culturas agrícolas e a peixes, que podem vir a interferir nos usos do Complexo Açude Joana, como pesca e irrigação, porém esses organismos compõem naturalmente os ecossistemas aquáticos e terrestres, participando da cadeia microbiana destes e da manutenção do equilíbrio do ambiente. Assim, a principal recomendação para se prevenir a atuação dos oomicetos como parasitas é promovendo práticas conservacionistas para minimizar os impactos ambientais em decorrência da falta de políticas e manejo adequados que levam a mudanças bruscas na qualidade dos ecossistemas.

AGRADECIMENTOS

À CAPES(Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa a primeira autora. Aos colaboradores do Laboratório de Micologia/Fungos Zoospóricos, Laboratório de Saneamento e Laboratório de Física da Universidade Federal do Piauí. A Adalberto, Alison dos Reis, Higor Magno, Marta Lustosa, José Ribeiro, Nelson Jorge e Isaac Bruno pelo auxílio nas coletas de campo.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, D. M. B.; FRANÇA, J. M. B.; AVELINO, F. F.; PAULINO, W. D. **Qualidade da água do Açude Pereira de Miranda, Ceará: Avaliação e Recomendações**, 2010.
- ÁLVAREZ, J. C.; MVZ, VILORIA, M. V.; AYOLA, S. P. Equine Skin Pythiosis: a review. **Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**, v. 8, n. 1, 2013.
- ANA. 2017. Indicadores de qualidades_Índice de qualidade das águas(IQA). Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-índice-aguas.aspx>. Acesso em: 13 jan 2017.
- APHA/AWWA/WEF. 2012. **Standart methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association**, American Water Works Association and Water Environment Federation. 22st Ed., Washington, USA. 4358 p.
- BAILEY TA, 1984. Effects of twenty-five compounds on four species of aquatic fungi (Saprolegniales) pathogenic to fish. **Aquaculture**, 38(2):97-104.
- BARROS, F. M.; MATOS, A. T. Variáveis físicas, químicas e biológicas para a avaliação da qualidade da água. In: BARROS, F. M. **Qualidade da água e eutrofização**. Vitória da Conquista: Edições UESB. Capítulo 2, p.13-24, 2013.
- BARROS, F. M.; MATOS, A. T. Variáveis físicas, químicas e biológicas para a avaliação da qualidade da água. In: BARROS, F. M. **Qualidade da água e eutrofização**. Vitória da Conquista: Edições UESB. Capítulo 2, p.13-24, 2013.
- BATISTA, N.J.C., CAVALCANTE, A.A.C.M., OLIVEIRA, M.G., MEDEIROS, E.C.N., MACHADO, J.L., EVANGELISTA, S.R., DIAS, J.F., SANTOS, C.E.I., DUARTE, A., SILVA, F.R. & DA SILVA, J. Genotoxic and mutagenic evaluation of water samples from a river under the influence of different anthropogenic activities. **Chemosphere** 164: 143-141, 2016.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, S. J. (Eds.). **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife: UFRPE, 2005. p. 125-152.
- BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. Monitoramento de qualidade e quantidade das águas. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G (Organizador). **Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação**. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p. 635-649.

BRASIL. 2005. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 2005.

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. 2014.

CZEUZUGA, B.; Ewa Czezug-Semeniuk and Adrianna Semeniuk- Grell. Ecological diversity and economical importance of species from *Aphanomyces* genus. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 48, p. 4356-4363, 2015.

DOAN, H. K. DAVIS, R. M. SARTORI, F.F; MARCUM, D. B. First report of a *Pythiogeton* sp. causing root and basal stalk rot of wild Rice in California. **Plant Disease**, 98 (6), 851-851. 2014.

DOMASHOVA AA, 1971. O flore vodnykh Fikomitetov nizhnego povolzh'e (On the flora of aquatic Phycomycetes in lower Povolzh'e). **Mikologiya i Fitopatologiya**, 5:188-193.

DRECHSLER, C. The beet water mold and several related root parasites. **Journal of Agriculture Research** 38: 309-361. 1929.

DRECHSLER, C. Two water molds causing tomato rootlet injury. **Journal of Agriculture Research** 34: 287-296, 1927.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.602 p.

HUMPHREY JE, 1893. The Saprolegniaceae of the United States, with notes on other species. **Transactions of the American Philosophy Society**, 17:63-148.

JOHNSON JR, T.W., SEYMOUR, R.L. & PADGETT, D.E. **Biology and Systematics of the Saprolegniaceae**. 2002. Disponível em <http://www.uncw.edu/people/padgett/book>. Acesso em 13 jan 2017.

JOHNSON, T.W.JR. **The genus Achlya: Morphology and Taxonomy**. The University of Michigan Press. Ann Arbor. 1956.

KAGEYAMA, K. Molecular taxonomy and its application to ecological studies of *Pythium* species. **J. Gen. Plant. Pathol.** 80: 314-326, 2014.

KARLING, J.S. **The Simple Holocarpic Biflagellate Phycomycetes**. New York City. 1942.

KHULBE, R.D. 1989. Infection ability of water molds in some temperate fishes of himalaya, india. **Mycoses** 32: 84-86.

KIZIEWICZ, B. 2012. Frequency and Distribution of Zoosporic True Fungi and Heterotrophic Straminipiles from River Springs. **Pol. J. Eviron. Stud** 21: 923-927.

- LARTSEVA LV, DUDKA IA, 1990. Dependence of the development of Saprolegniaceae on the reproductive quality of the eggs of the sturgeon and White salmon. **Mikologiya i Fitopatologiya**, 24(2):112-116.
- LUZ, E. D. M. N.; SANTOS, A. F.; MATSUOLA. K.; BEZERRA, J. L. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. Campinas: LIVRARIA E EDITORA RURAL. 2001.
- MARQUES, S. A.; BAGAGLI, E.; BOSCO, S. M. G.; CAMARGO, R. M. P.; MARQUES, M. E. A. *Pythium insidiosum*: relato do primeiro caso de infecção humana no Brasil. **An Bras Dermatol**. 2006, 81(5): 483-5.
- MENDES MAS, SILVA VL, DIANESE JC, FERREIRA MASV, SANTOS CEN, GOMES NE, URBEN AF. (eds.). 1998 - **Fungos em plantas no Brasil**. Brasília, Embrapa-SPI/Embrapa-Cenargen. 569p.
- MILANEZ, A.I. Fungos de águas continentais. In: O. Fidalgo; V. L. Bononi (eds.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 17-20. 1989.
- MILANEZ, A.I., PIRES-ZOTTARELLI, C.L.A. & GOMES, A.L. (EDS.). **Brazilian zoosporic fungi**. WinnerGraph, São Paulo. 2007.
- OGBONNA CIC, 1989. Fungi associated with diseases of freshwater fishes in plateau state, Nigeria. **Journal of Aquatic Sciences**, 4:59-62.
- PICKERING AD, WILLOUGHBY LG, 1982. Saprolegnia infections of salmonid fish. *Microbial diseases of fish*, 271-297; [Special Publication of the Society of General Microbiology No. 9].
- PINHEIRO, C. A. M.; PINHEIRO, R. S.; SANTOS, W. H. L.; SERRA, I. M. R. S.; SANTOS, D. M. S. Qualidade da água e incidência de fungos em peixes oriundos de pisciculturas do município de São Luís – Maranhão. **Pesquisa em Foco**, São Luís, vol. 20, n. 1, p. 53-69. 2015. ISSN: 2176-0136.
- PLAATS-NITERINK, A.J. Monograph of genus *Pythium*. **Studies in Mycology** 21: 1-242, 1981.
- RESENDE. A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002.
- 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: 623-634.
- SANTOS, A.F., LUZ, E.D.M.N. & REIS, A. ***Phytophthora* spp: Distribuição e Associação com Espécies Florestais**. 2014. EMBRAPA. Disponível em
- SATI SC, 1991. Aquatic fungi parasitic on temperate fishes of Kumaun Himalaya, India. **Mycoses**, 34(9-10):437-441.

SCOTT WW, O'BIER AH, 1962. Aquatic fungi associated with diseased fish and fish eggs. **Progressive Fish Culturist**, 24:3-15.

SCOTT WW, WARREN CO, 1964. **Studies of the Host Range and Chemical Control of Fungi**. Associated with Diseased Tropical Fish. Technical Bulletin 171, Virginia Agriculture Experimental Station, Blacksburg, 24 pp.

SCOTT, W.W. **A monograph of the Genus: Aphanomyces**. Virginia Polytechnic Institute, Virginia. 1961.

SOARES, L.S; CASTRO, A. C. L.; LOPES, W. G. R.; AZEVEDO, J. W. J.; PORTO, H. L. R. Índice de qualidade de água do baixo curso do rio Itapecuru, estado do Maranhão, Brasil. **Espacios**, v. 37, n. 14, p. 6-19, 2016.

SPARROW JR, F.K. **Aquatic Phycomycetes**. Ann Arbor: Univ. Michigan Press. 1960.

SRIVASTAVA RC, 1976. **Studies on fungi associated with fish diseases**. PhD thesis. India: University of Gorakhpur.

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. 1976.

TIFFNEY WN, 1939. The identity of certain species of the Saprolegniaceae parasitic to fish. **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, 55:134-151.

TIFFNEY WN, WOLF FT. 1937. *Achlya flagellata* as a fish parasite. **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, 53:298-300.

VARNIER, C.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no Parque Ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. **Rev. Águas Subterrâneas** 97: 2002.

VIANA, F. M. P; SOBRINHO, C. A. 1998. **Fitomoléstias identificadas na microrregião do litoral piauiense**: 1988-1997. *Embrapa* 74:1-4.

WATERSTRAT PR, 1997. Distribution and abundance of *Saprolegnia* in the water system of a chinook salmon hatchery. **Journal of Aquatic Animal Health**, 9(1):58-63.

WHITE DA, 1975. Ecology of an annual *Saprolegnia* sp. (Phycomycetes) outbreak in wild Brown trout. *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie, Verhandlungen*, 19(3):2456-2460.

WOLSKA, M. & MAZURKIEWICZ-ZAPALOWICZ, K. 2013. Parasites of zooplankton and assemblages in the litoral zone of lakes in Drawa National Park, Poland. **Acta Mycol**. 48: 51-59.

**A “INVISIBILIDADE” DOS OOMICETOS E A PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL
DE COMUNIDADE NA BACIA DO RIO CORRENTE, PEDRO II, PIAUÍ, BRASIL**

**THE "INVISIBILITY" OF THE OOMICETES AND THE SOCIO-
ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF COMMUNITY IN THE RIO CORRENTE
BASIN, PEDRO II, PIAUÍ, BRAZIL**

Joseane Lustosa Machado¹²; José de Ribamar de Sousa Rocha³; Denis Barros de Carvalho⁴

¹ Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/MDMA –UFPI, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.

² Autor para contato: joseanelmachado@gmail.com

³ Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia, Laboratório de Micologia, Campus Petrônio Portela, Ininga, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/MDMA –UFPI, Avenida Universitária, s/n, CEP 64049-550, Teresina, PI, Brasil.

RESUMO:

O objetivo desta pesquisa foi verificar a percepção da comunidade da bacia do rio Corrente no município de Pedro II-PI com relação a qualidade e os usos da água, a “invisível” diversidade de oomicetos/fungos e a criação de unidade de conservação. Foram realizadas entrevistas com auxílio de formulário semiestruturado com 27 informantes, esta aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (CCAEE: 55837616.5.0000.5214). As análises qualitativas e quantitativas foram realizadas no Microsoft Excel e Programa Iramuteq. O açude Joana e rio Corrente apresentam água suja e a nascente Bananeira limpa, sendo o lançamento de efluentes e resíduos os principais aspectos levantados que impactam estes ecossistemas e veem como essencial a implantação de um sistema de esgotamento sanitário. A partir deste estudo compreendemos que a percepção do homem em relação ao meio está relacionada principalmente ao aspecto visual, como se observa na definição da qualidade da água em limpa e suja, sendo a sensibilização um fator determinante na conservação dos recursos naturais.

Palavras Chave: Fungos *lato sensu*; percepção ambiental; qualidade da água; unidade de conservação.

ABSTRACT:

The objective of this research was to verify the perception of the community of the Corrente river basin in the municipality of Pedro II-PI regarding water quality and uses, the "invisible" diversity of oomycetes / fungi and the creation of a conservation unit. Interviews were conducted with a semistructured form with 27 informants, which was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Piauí (CCAEE: 55837616.5.0000.5214). Qualitative and quantitative analyzes were performed in Microsoft Excel and Iramuteq Program. The dam Joana and Rio Corrente present dirty water and the spring Bananeira clean, being the release of effluents and wastes the main aspects raised that impact these ecosystems and see as essential the implementation of a system of sanitary sewage. From this study we understand that the perception of man in relation to the environment is mainly related to the visual aspect, as observed in the definition of water quality in clean and dirty, and sensitization is a determining factor in the conservation of natural resources.

Key Words: Fungi *sensu lato*; environmental perception; water quality; conservation unit.

1. INTRODUÇÃO

Os micro-organismos são um grupo vasto e diverso de dimensões reduzidas, encontrados nos diversos ecossistemas onde desempenham importantes funções ecológicas. No entanto, costumam ser enfatizados pelos malefícios que provocam às espécies vegetais e animais, especialmente ao homem.

Barbosa & Oliveira (2015) ressaltam a relevância do conhecimento do mundo microbiológico e a compreensão de sua existência, em virtude das doenças que provocam, mas também pelos benefícios à saúde e pela manutenção da vida em padrões ecológicos.

Os fungos são organismos heterotróficos que são encontrados nos mais diversos ambientes aquáticos e terrestres, dos trópicos às regiões árticas e antárticas. Muitos fungos são tão pequenos que só podem ser observados ao microscópio, enquanto vários outros são capazes de formar estruturas visíveis a olho nu e facilmente reconhecíveis, como os mofos, bolores, orelhas-de-pau e cogumelos (Maia & Carvalho Junior, 2010).

Os oomicetos são organismos do Reino Chromista, com características morfo-fisiológicas similares aos fungos, apresentando o mesmo nicho ecológico, degradando matéria orgânica e atuando na ciclagem de nutrientes. Entretanto, estes organismos continuam de maneira didática sendo designado de “fungos”.

Atualmente tem sido dada maior ênfase ao papel dos oomicetos como fitopatogênos e parasitas de peixes do que como decompositores de substratos alóctones. No entanto, a atividade desses fungos na decomposição de substratos submersos, com papel decisivo na sucessão fúngica, tem sido cada vez mais evidenciada, o que os torna fundamentais na ciclagem de nutrientes e manutenção do fluxo de energia e produtividade nos ecossistemas aquáticos e terrestres (Silva & Oliveira, 2012).

Esses organismos são encontrados nos diversos ecossistemas, mas sua presença não significa necessariamente danos. Eles são essenciais para a manutenção do equilíbrio do ambiente juntamente com os recursos solo e água. Reconhecer essa inter-relação é essencial para a qualidade do ambiente.

Como discute Antunes et al. (2014), não é possível pensarmos a água como “parte da natureza” e a sociedade como algo em separado. Reafirmamos o pensamento deste autor e o estendemos a todos os recursos naturais, pois o homem é parte integrante e suas ações refletem sobre o ambiente e tem consequências diretas sobre a qualidade de vida.

Para os autores, cada indivíduo enxerga e interpreta o meio ambiente de acordo com o seu próprio olhar, suas experiências prévias, expectativas e ansiedades. Ao considerar os

níveis de percepção ambiental, verifica-se também a influência nos grupos humanos da cultura, faixa etária, gênero e nível social.

O pensamento popular sobre o meio ambiente e seus recursos está intimamente ligado às práticas sociais, de modo que conhecer o que as pessoas pensam sobre o assunto nos fornecem indicativos sobre as ações que estabelecem, possibilitando um passo adiante no caminho em busca da preservação dos recursos naturais.

Entre os problemas ambientais mais graves que a sociedade vem enfrentando estão os problemas relacionados à água, recurso essencial para a manutenção da vida e que está ligada às atividades diárias, seu uso, desperdício ou cuidado, faz parte do cotidiano de todos os seres humanos (Poli & Camargo, 2015).

As condições da água são um fator determinante da qualidade de vida da população, a escassez e poluição têm consequências sociais, econômicas e ambientais que comprometem o equilíbrio dos ecossistemas, impedindo o desenvolvimento socioeconômico (Maia & Guedes, 2011).

Nesse contexto de conservação e preservação dos recursos naturais surgem as Unidades de Conservação, previstas na Lei nº 9.985/2000, que apresentam como objetivos: contribuir com a manutenção da diversidade biológica, preservando e restaurando os ecossistemas naturais; proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos, promovendo o desenvolvimento sustentável, a educação e a interpretação ambiental, entre outros (Brasil, 2000).

Os estudos de percepção ambiental das relações homem-ambiente buscam promover a utilização menos impactante dos recursos ambientais, possibilitando o estabelecimento de relações mais harmônicas.

A percepção ambiental é condicionada por fatores inerentes ao próprio indivíduo; fatores educacionais e culturais imprimidos pela sociedade, que condicionam sua sensibilidade e atitude e fatores emotivos, afetivos e sensitivos, derivados das relações obtidas com o ambiente (Ferreira & Coutinho, 2000).

Assim, objetivou-se verificar a percepção da comunidade da bacia do rio Corrente no município de Pedro II-PI com relação a qualidade e os usos da água, a “invisível” diversidade de oomicetos/fungos e a criação de unidade de conservação.

2. METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do rio Corrente apresenta 158.657,48 hectares ocupando partes dos municípios de Batalha, Piracuruca, Brasileira, Piripiri, Lagoa de São Francisco e Pedro II, com 162,49 km de comprimento (Gomes, 2015).

No município de Pedro II, o rio Corrente passa pelo perímetro urbano e tem suas águas represadas no Açude Joana, inaugurado em 1996 com capacidade de 10.670.000 m³, para atender o abastecimento da população urbana (Batista et al. 2016). O rio é intermitente, com maior vazão no período chuvoso, pois recebe a contribuição de importantes nascentes: Pirapora, Bananeira e Buritizinho. O rio também recebe a denominação de Pirapora no trecho urbano, local onde foi criado, pelo Decreto nº 129 de 05/06/2000, o Parque Ambiental Pirapora com uma extensão territorial de 111.611,00m² (Gomes, 2011).

Nesta pesquisa adotou-se o termo “Complexo Açude Joana” para se referir a área de estudo, que compreende o rio Corrente, Barramento Joana e Nascente Bananeira.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), atendendo ao que pressupõe a Resolução nº466/2012 da Comissão Nacional de Ética e Pesquisa do Ministério da Saúde (CCAEE: 55837616.5.0000.5214).

Foram realizadas entrevistas com auxílio de formulário semiestruturado (Apêndice A) com 27 informantes, moradores do perímetro urbano da cidade de Pedro II, os quais concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A entrevista versou sobre a qualidade da água, usos praticados, unidade de conservação e invisibilidade dos oomicetos, entretanto, devido este termo ser incomum, adotou-se o termo “fungos”.

Os dados socioenômicos coletados foram organizados e analisados no Microsoft Excel 2010. As entrevistas foram transcritas para o Programa Iramuteq (Ratinaud, 2009; Camargo & Justo, 2013) e realizadas análises lexicais clássicas com a identificação da frequência média das palavras, análise de similitude (que indica a conexidade entre as palavras) e a construção de nuvem de palavras que agrupa e organiza graficamente os termos mais frequentes repetidos pelos entrevistados. Também se utilizou para tratamento dos dados o método de análise de conteúdo de Bardin (2011). Para caracterização da comunidade de oomicetos/fungos foram coletadas amostras de água e solo, conforme método de Milanez (1989). Após identificação das espécies foi realizado levantamento bibliográfico para caracterização do modo de vida e potencial patogênico.

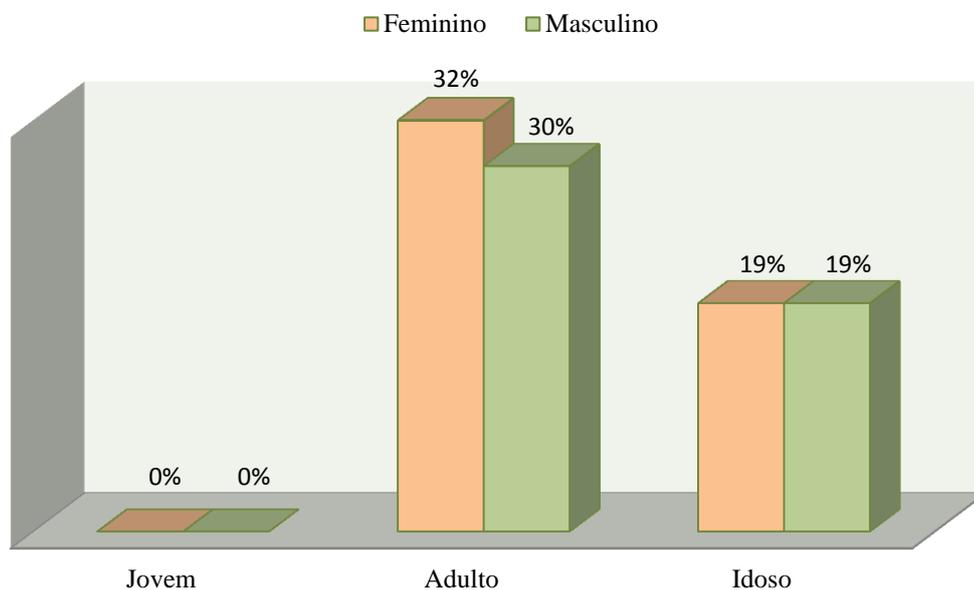
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização socioeconômica dos entrevistados

O perfil socioeconômico dos respondentes fornece subsídios sobre o nível de escolaridade, profissão, faixa etária, gênero, renda e as principais fontes de informação, aspectos que auxiliam na compreensão da percepção ambiental dos entrevistados.

Nesta pesquisa, a faixa etária dos respondentes correspondeu a adultos (63%) e idosos (37%). Quanto ao gênero, 52% pertencem ao feminino e 48% ao masculino (Figura 1).

Figura 1 - Distribuição por gênero e faixas etárias dos entrevistados

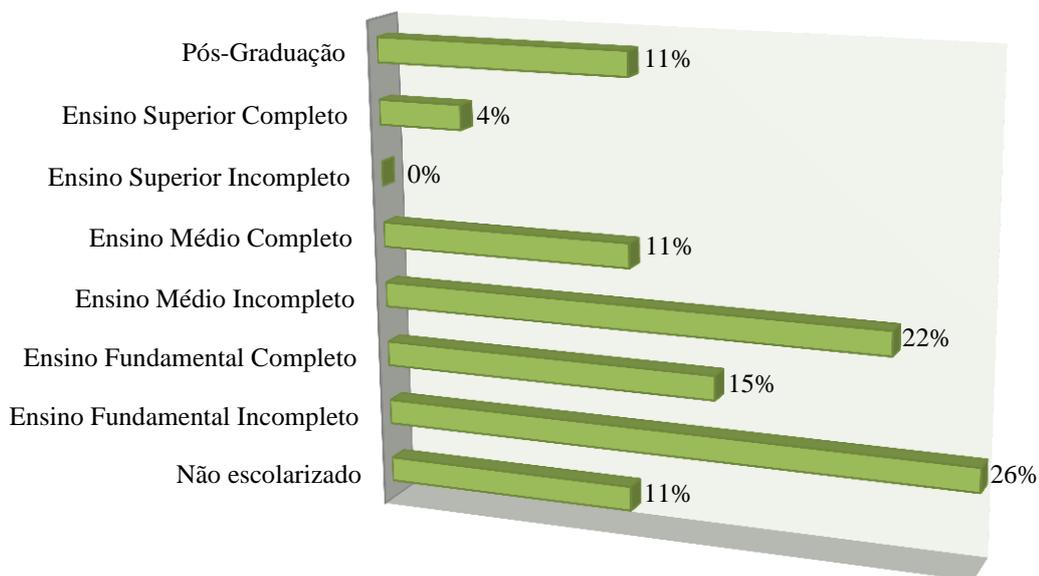


Fonte: Pesquisa direta (2016).

Em relação ao nível de escolaridade, o grupo entrevistado apresentou-se diverso, com pessoas sem escolaridade (11%) até com pós-graduação (11%). Os níveis que apresentam maior incidência dos participantes são ensino fundamental e ensino médio incompletos, com 26% e 22%, respectivamente (Figura 2).

Segundo o censo realizado pelo IBGE (2008), em Pedro II existiam 106 escolas com ensino fundamental, 47 creches ou pré-escola e 17 com o ensino médio. Apresenta Núcleo da Universidade Estadual do Piauí, Campus do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia e duas faculdades privadas. A presença dessas instituições de ensino justifica o nível de escolaridade observado entre os entrevistados.

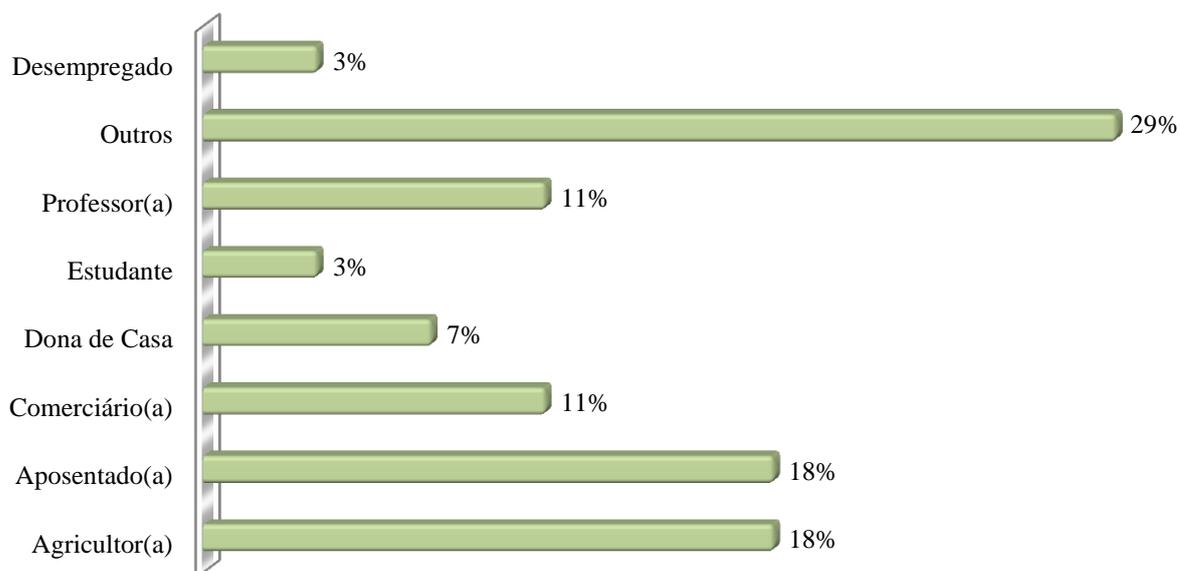
Figura 2 - Nível de escolaridade dos entrevistados



Fonte: Pesquisa direta (2016).

O nível de escolaridade variado reflete-se nas profissões desempenhadas que também se mostraram diversas: com agricultores (18%), comerciários (11%) e professores (11%). A opção outros assume a maior porcentagem (29%), pois se agrupou as profissões que foram citadas uma única vez entre os informantes (pedreiro, recepcionista, cabeleleiro, vigilante, marceneiro, motorista, representante comercial, serviços gerais). Também destacamos no grupo a presença de estudante, desempregado e aposentado (Figura 3).

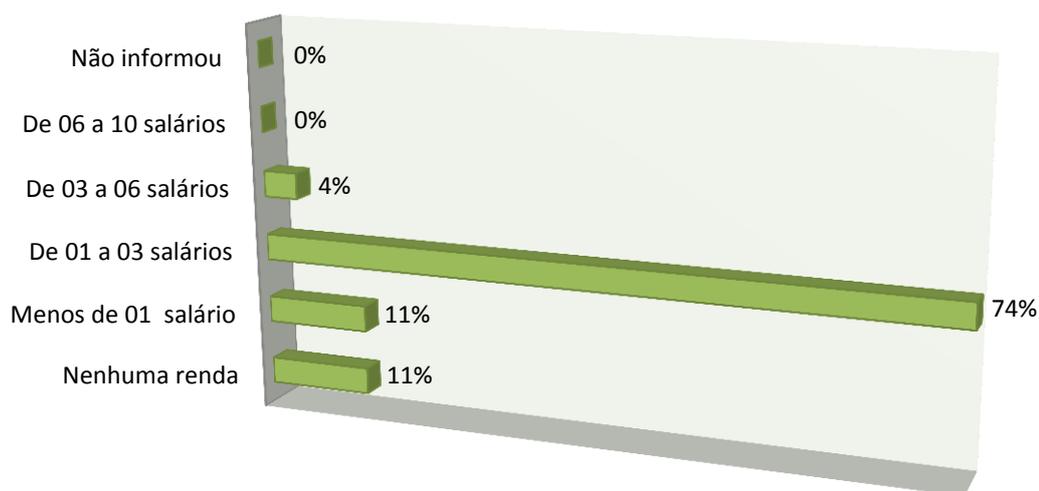
Figura 3 - Gráfico das profissões dos entrevistados



Fonte: Pesquisa direta (2016).

A renda predominou entre 1 a 3 salários (74%), destacando-se casos de menos de 1 salário e até mesmo sem renda fixa (Figura 4). Em torno de 22,2% apresentam uma fonte de renda complementar pela atividade informal (“*banquinha na feira*” e “*fazendo crochê*”) ou pela atividade econômica de outro membro da família. Destes, 18,5% são servidores municipais.

Figura 4 - Gráfico da renda dos entrevistados.



Fonte: Pesquisa direta (2016).

Os principais meios de acesso à informação citados foram televisão (44%), rádio (29%), internet (19%) e jornal impresso (8%).

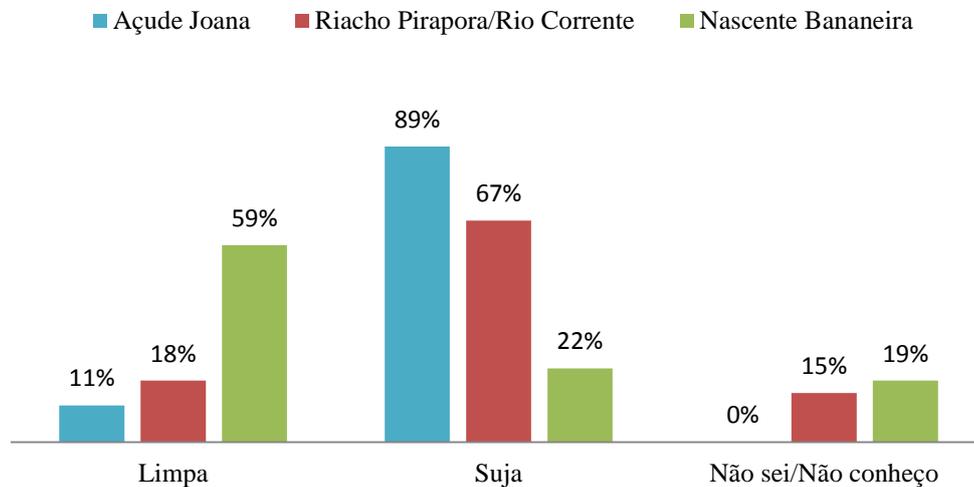
3.2 Percepção ambiental da qualidade da água do Complexo Açude Joana

A qualidade da água do Açude Joana foi classificada como limpa por 11% e suja por 89% da população pesquisada, situação similar ao do rio Corrente/Pirapora, definida como limpa por 18% e suja por 67% (Figura 5). Essa caracterização por parte da comunidade deve-se a observação de resíduos e lançamento de esgotos no rio e açude, pela ausência de serviço de saneamento básico na cidade de Pedro II, comprovado pelo relato dos entrevistados: “*porque vejo muita sujeira*”; “*por causa do esgoto e lixo*”; “*fede muito*”; “*por causa da sujeira da cidade, esgoto, lixo, fossas*”.

A inexistência de sistema de esgotamento sanitário é uma realidade brasileira. No Amapá, em 2013 apenas 3,2% das residências eram conectadas à rede coletora de esgotos, em

São Paulo são 93,8% e no Piauí, de 930 mil residências, apenas 1,8% apresenta rede de esgoto (Barbosa, 2014, p. 28).

Figura 5 - A qualidade da água na percepção dos entrevistados



Fonte: Pesquisa direta (2016).

Devido a sua localização, os resíduos da cidade tem como aporte final o açude, sendo o rio Corrente o canal de escoamento, cenário intensificado pelas chuvas: *“todo o esgoto vai pra lá”; “lava a cidade e cai no açude”; “a chuva leva tudo do leito do rio para o açude, lixo e esgoto”*.

Outro aspecto importante levantado pelos entrevistados é o livre acesso ao rio e açude que acaba contribuindo com o aumento das alterações da qualidade da água, com registro de descarte de animais mortos, restos de material da construção civil e de podas, intensificado pela ausência de ações de limpeza na região.

Os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos resultantes da atividade humana, como mineração, construção de barragens, desvio do curso natural de rios, lançamento de efluentes domésticos e industriais não tratados, desmatamento e uso inadequado do solo em seu entorno (Santos & Siqueira, 2014).

O grupo que afirma ser limpa a água do açude Joana considera aquela que recebe nas residências, visto que é a principal fonte de abastecimento público da cidade. Mesmo com o tratamento convencional, eles acreditam que ainda existam contaminantes na água, além de alertarem sobre a intensa quantidade de cloro: *“barrenta e muito cloro”; “é tratada, mas não confio, tem muito cloro, acho que trará no futuro problema de saúde.”*

O tratamento à base de cloro de águas eutrofizadas pode gerar subprodutos de elevado potencial patogênico (Gheyi et al., 2012). Viana et al. (2009), por exemplo, avaliaram o potencial de danos à saúde de trihalometanos gerados na rede de abastecimento de Fortaleza, Ceará, após o tratamento de águas eutrofizadas advindas de açudes localizados na região semiárida - o problema é, portanto, real e atual.

A nascente Bananeira foi definida como limpa por 59% e suja por 22% dos entrevistados (Figura 5). Os aspectos que justificam essa classificação é a presença de um “vigia” contratado para a manutenção da área, responsável pela limpeza, bem como pelo aspecto visual da água, límpida e sem odor. Na nascente existe uma estrutura construída que reduz o lançamento de resíduos direto na nascente. Contudo, a construção de um canal que lança esgoto em um “grotão” próximo a região da nascente está impactando a área. O odor afeta as residências próximas e contribui com a proliferação de insetos, como registrado por um entrevistado: *“tem um vigia, antes usava sem medo, mas a grotta leva esgoto para o olho d'água”*.

Comparando os três corpos d'água e a percepção dos entrevistados sobre a qualidade dos mesmos, observamos que o aspecto visual é decisivo nessa categorização. Assim, para os entrevistados a qualidade da água da nascente é melhor se comparado, às águas superficiais do rio Corrente e açude Joana, áreas onde a degradação é mais visível.

Os que classificaram as águas como limpas foram questionados sobre sugestões para mantê-las. Eles orientaram a manutenção do tratamento, no caso do Açude Joana, tornando-o mais eficiente e fazer uma delimitação do entorno para evitar o contato direto da população com o manancial.

Destaca-se a percepção da localização imprópria do açude, pois todos os resíduos da cidade, efluentes, águas pluviais e resíduos sólidos, pela ausência de sistema de saneamento básico, são levados para o açude que está localizado a jusante da cidade.

Já para o rio Corrente, que tem sua mata ciliar suprimida pela construção de residências e seu leito passando pela cidade, foram sugeridos: *“higienizar o local para manter limpa”* e *“fazer mais pontes e retirar esgotos”*. A construção de ponte seria uma substituição para a passagem molhada existente no município, onde parte do leito foi pavimentada.

Para tornar limpo o açude Joana e o rio Corrente as sugestões são similares, até mesmo devido à relação de coexistência entre os dois mananciais, enquanto o rio sofrer com o lançamento de efluentes, o açude também é afetado. Em geral, os entrevistados sugerem que os resíduos oriundos das residências não sejam despejados nos corpos d'água, para isso faz-se necessário a estruturação do sistema de saneamento básico por parte da administração pública,

limpeza regular da cidade, bem como a fiscalização e proibição do lançamento de redes clandestinas de esgoto e fossas, e em especial, a orientação da população visando sua sensibilização. É necessário um monitoramento da qualidade da água, bem como um tratamento eficiente.

Alguns entrevistados acreditam que privar o acesso da população ao manancial é uma medida essencial, contudo a proibição não gera uma compreensão da importância dos recursos naturais, sendo necessária a sensibilização da população e participação na conservação.

A gestão participativa e o monitoramento das atividades desenvolvidas na bacia hidrográfica são essenciais na conservação dos recursos hídricos. A Política Nacional de Recursos Hídricos orienta que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (Brasil, 1997).

Em relação a nascente, quando questionados sobre o que fazer para manter limpo ou tornar limpo o ambiente, os respondentes citaram a permanente limpeza, eliminar o lançamento de esgotos. Destaca-se a necessidade de manter o “vigia”, como meio de inibir a degradação. Um dos entrevistados relatou que também auxilia na limpeza da nascente de forma voluntária, utiliza a água para consumo e retribui garantindo a limpeza do local.

Hoeffel et al. (2008) defendem que a legislação ambiental e a fiscalização são importantes instrumentos para a conservação ambiental, porém apenas esses mecanismos não são suficientes, sendo necessária a elaboração de Programas de Planejamento e Educação Ambiental.

Outro aspecto abordado pelos informantes é a estiagem na região, com precipitações pluviométricas abaixo das previsões. O rio é perene e depende da precipitação para renovar suas águas e as do açude. Conforme boletim do DNOCS, o açude está com 15% da sua capacidade total, a última vez que ocorreu o sangramento do açude foi em 2009.

A partir dessa realidade questionou-se aos informantes se “quando o rio seca, se ele está morto”, 63% acreditam que sim, 7% não souberam informar.

Pelo relato dos informantes que consideraram o rio como morto, há a associação da vida do rio com o período chuvoso, época que o rio apresenta vazão (“*porque tá seco e tem lixo, período chuvoso vive*”; “*porque fica tudo mais seco, fica só uma lameira*”; “*devido a não conservação do meio ambiente, desmatamento, queimadas, desvios do rio*”).

Para 30% dos informantes o rio não está morto quando seco devido à presença de espécies vegetais. A presença de esgoto também é citada como justificativa, constando-se que esta cena é uma realidade rotineira da comunidade, que torna o esgoto um constituinte do rio.

Um relato interessante foi o comparativo do rio ao corpo, que precisa ser alimentado para manter a saúde, o rio também precisa de cuidado. Mesmo que a vazão não seja contínua, o rio permanece vivo, se renova, mas precisa de atenção e manutenção por parte da população e gestão pública: *“fica fraco, mas continua vivo, é da mesma forma do corpo, se falta alimento também fica fraco”*.

3.3 Usos múltiplos do Complexo Açude Joana

Os respondentes foram solicitados a apresentar os principais usos realizados nos três corpos d'água, bem como aqueles usos realizados por outros, mas que não realizam. A partir dos registros constatamos que o principal uso do açude pelos entrevistados, é na higienização pessoal, utilizado no banho e na lavagem de roupa (Figura 6), pois o mesmo é utilizado no abastecimento da cidade. Alguns ainda utilizam para beber, mas a maioria prefere utilizar água dos chafarizes distribuídos na cidade, poços ou água mineral. Usos diretos do açude, como atividade de pesca, lazer, irrigação, não foram constatados a partir das entrevistas.

Figura 6 - Nuvem de palavras dos usos do Açude Joana



Fonte: Elaborado pelos autores no Programa Iramuteque (Ratinaud, 2009; 2016).

Em relação ao rio Corrente e nascente Bananeira, observamos uma negação de uso pela maioria dos entrevistados, como observado pela nuvem de palavras obtida (Figura 7). Não existe a compreensão de que fazem uso desses mananciais de forma indireta, uma visão contraditória, pois o açude Joana, como citado pelos próprios entrevistados, é formado especialmente pela contribuição desses mananciais.

Esse aspecto revela que a percepção está diretamente ligada ao visual, pois mesmo compreendendo que o açude é receptor final no município, da água do rio e das nascentes com

efluentes sem tratamento, quando questionados sobre os usos que fazem, os que primeiro vem a mente e são relatados estão relacionados com os usos diários, na higienização e consumo.

Figura 7 - Nuvem de palavras usos dos mananciais. A. Rio Corrente. B. Nascente Bananeira



Fonte: Elaborado pelos autores no Programa Iramuteque (Ratinaud, 2009; 2016).

Para a nascente bananeira, quando questionados sobre os usos praticados por outros da comunidade citaram: *“lavagem de roupa, antes do esgoto, dois anos, quando faltava água na cidade usavam para beber, mas acho que tem quem continue usando”*. A lavagem de roupas nas nascentes é histórica no município de Pedro II, mas veem diminuindo devido à distribuição regular de água nos domicílios.

3.4 Parque Ambiental Municipal Pirapora, Pedro II, Piauí

O Parque Ambiental Pirapora localiza-se na zona urbana, no centro de Pedro II, no vale do rio Corrente, a 590 m de altitude. Neste trecho contém em seu percurso blocos de arenitos de vários metros de diâmetro, com cachoeira de aproximadamente 11 metros de altura. Pirapora, na língua tupi, significa “salto do peixe”, referência ao período da piracema em que os peixes sobem o curso do rio para a desova (Gomes, 2011).

Entre os informantes, 59% conhecem o Parque e 41% não conhece. Essa proporção revela que não foi assegurada a participação efetiva das populações locais na criação, implantação e gestão desta unidade, como previsto nas diretrizes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Brasil, 2000).

Gonçalves & Hoeffel (2012), em pesquisa realizada com comunidade do entorno do Parque Estadual de Itapetinga em São Paulo, constataram que a maioria das pessoas entrevistadas que sabiam da criação do Parque eram favoráveis a sua implantação, destacando como benefícios a preservação e conservação ambiental, seguido por incremento do turismo.

Quanto aos informantes que conhecem o Parque, 81% frequentam raramente, 13% sempre e 6% nunca foram ao Parque. Pela sua localização seria um ambiente propício à visitação, contudo a ausência de infraestrutura inviabiliza essa prática.

Os aspectos citados pelos entrevistados que motivaram a criação do Parque, podem ser agrupados em cinco categorias temáticas: Preservação, Água, Paisagem, História e Lazer (Tabela 1).

Tabela 1 - Grupos temáticos sobre o motivo da criação do Parque.

Temáticas	Trecho das respostas
Água	<i>“por causa da nascente”</i> <i>“para dar mais importância já que a água é para uso”</i>
Lazer	<i>“as pessoas deixaram de usar”</i>
Preservação	<i>“para proteger”</i> <i>“preservar a mata”</i> <i>“para preservação”</i>
Paisagem	<i>“acharam bonito”</i>
História	<i>“faz parte da história da cidade”</i>

Fonte: Pesquisa direta (2017).

A área instituída como parque apresenta uma beleza cênica devido à presença de blocos rochosos e cachoeira. É um local tradicional na cidade, pois as nascentes localizadas no parque eram a principal fonte de abastecimento público e para lavagem de roupa, prática reduzida com a construção do açude. A área já foi utilizada também para o lazer dos moradores e outro motivo que contribuiu para a sua criação é a necessidade de preservação.

Quando questionados sobre se concordam com a criação do parque, 41% afirmaram que sim e 4% não, 55% não responderam. Categorizando as respostas dos que concordaram com a criação do Parque em grupos, obtemos quatro temáticas: Preservação, Turismo, Histórico e Qualidade de vida (Tabela 2).

Tabela 2 - Grupos temáticos das respostas sobre a concordância quanto à criação do Parque.

Temáticas	Termos chave
Preservação	<i>Cuidado-protege-defende-meio-proteção-meio-preservação-preservar-área</i>
Turismo	<i>Ponto turístico</i>
Histórico	<i>Tradicional-fundação-cidade</i>
Qualidade de vida	<i>Faz Bem-ar mais limpo</i>

Fonte: Pesquisa direta (2017).

Assim, os principais aspectos que justificam a criação do parque são a manutenção da qualidade ambiental e a consequente qualidade de vida da população, a construção de um

ambiente saudável que contribui com a minimização da incidência de doenças. A área do Parque é um ponto turístico que pertence à história do município e marca a cultura local, retratado em lendas (Sereia do Pirapora) e versos, que também revelam o abandono do Parque Ambiental Pirapora como expõe Jurandir Cleomar Filho:

*Observar aqui do alto as mulheres
No velho Pirapora.
O cantar das lavadeiras
Confunde-se com teu gemido.
Local turístico, misterioso,
Hoje por nós esquecido.
Tua semente brota sufocada
Entre pedras e lixo.
Onde estão teus córregos de outrora?
Onde derramaram tuas águas?
Só lágrimas tens agora.
Ironizam tua lenda,
Esqueceram de ti, velho Pirapora.*

(Extraído do livro Antologia de Pedro II, vol. 2. Teresina:UBE, 2002. p. 175).

A criação de áreas protegidas no Brasil é um fenômeno recente, que se consolidou na primeira metade do século XX, com o objetivo de preservar áreas com características naturais e culturais singulares, assim como difundir na sociedade a importância da conservação ambiental (Gonçalves & Hoeffel, 2012).

Contudo, o estabelecimento de áreas legalmente protegidas através da legislação e da aquisição de terras, por si só, não asseguram a preservação, apesar de representarem uma medida importante (Primack & Rodrigues, 2001).

O relato do respondente que não concorda com a criação do parque mostra a realidade das unidades de conservação pelo país. Há descaso, falta estrutura para o atendimento dos turistas, cria-se um parque por decreto, sem recursos para seu funcionamento: “*não, porque não tem parque, só no nome, não tem catraca e cadeiras para visão do parque por cima, como em "Campos do Jordão", o que tem é muito lixo jogado no rio e termina no parque, parque só no nome*”.

Para Dias & Mota (2015), o estudo da percepção ambiental contribui para a gestão da UC, auxiliando na administração de conflitos, no planejamento, na educação ambiental e na elaboração de políticas ambientais.

Como afirma Primack & Rodrigues (2001), o envolvimento da população local é um elemento importante que precisa ser incorporado nas estratégias de manejo da conservação para que os grupos locais adquiram capacidade de formular e alcançar os seus próprios objetivos de desenvolvimento em conformidade com a preservação local.

3.5 A “invisível” biodiversidade dos ecossistemas aquáticos

Os respondentes foram questionados se na água existe organismos que não podem ver: 22% afirmaram que não existe e 74% que existe. Destes, 80% acreditam que prejudicam plantas, animais e as pessoas, 15% que traz benefícios e 5% acreditam que sua presença nem prejudica e nem beneficia.

Pelos relatos, observa-se que a presença desses organismos está diretamente relacionada com a propagação de doenças tanto para as pessoas, quanto para animais e plantas: “doenças na comunidade, infecções, dor de barriga”; “adoece os bichos e em cadeia adoecem as pessoas”; “micróbios, bactérias, podem causar doenças”; “causa alergias, doenças, coceiras”; “pessoas, mais ainda as plantas”; “sabor diferente, pessoas não prejudica, plantas e animais sim”.

Foram questionados também sobre se conhecem os fungos ou já ouviram falar de fungos, 78% responderam que sim e 22% não. Dos que ouviram falar, os meios de acesso à informação sobre o tema foram à escola e a mídia.

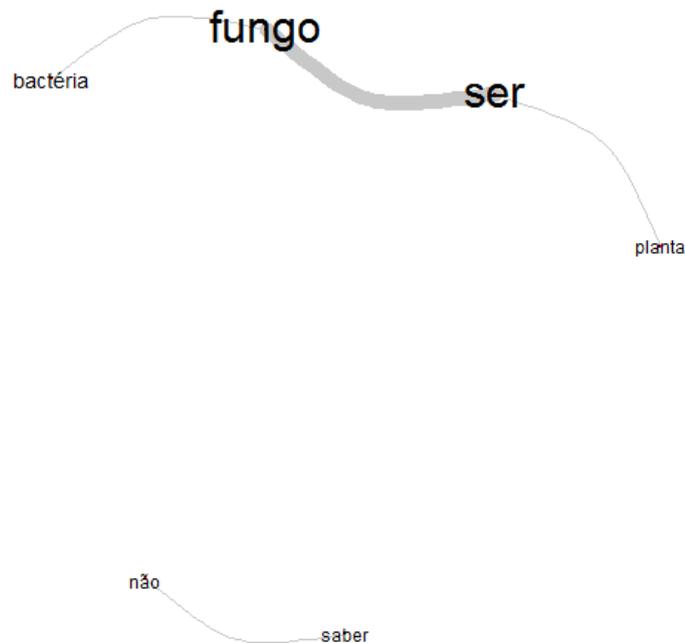
A microbiologia é um tema negligenciado nas escolas, especialmente no ensino fundamental e médio. Realidade preocupante, “pois a percepção do mundo microscópico não é fácil, tendo em vista que vivemos no mundo com dimensão oposta à dos micro-organismos” (Santos & Siqueira, 2014). A principal forma de compreender sua existência está na percepção de suas consequências, nos sintomas de uma doença, alterações em alimentos e plantas.

O mundo microbiológico pode ser extremamente abstrato, pois embora seja parte importante de nosso dia-a-dia, não podemos percebê-lo de forma mais direta por meio dos sentidos (Gonçalves & Oliveira, 2015).

A análise de similitude do Programa Iramuteq foi utilizada nas falas dos entrevistados em relação à definição do que seriam fungos. Esta análise revela as conexões de proximidade

entre as palavras. Analisando a ligação dos termos, percebemos a conexão maior entre “fungo” e “ser”, referindo-se à caracterização dos fungos como seres vivos, organismos, mais próximos das bactérias e também relacionados com as plantas (Figura 8).

Figura 8 - Definição de fungos pelos entrevistados.

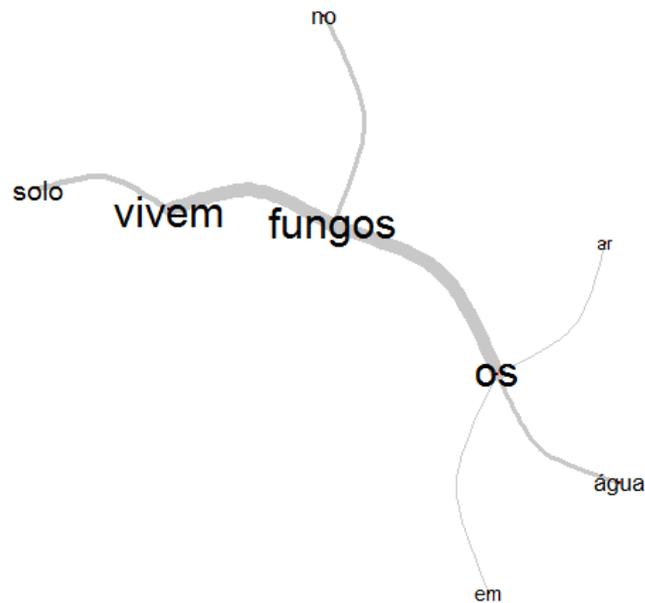


Fonte: Elaborado pelos autores no Programa Iramuteque (Ratinaud, 2009; 2016).

Os fungos já foram incluídos no reino das plantas, aspecto que pode justificar essa relação estabelecida, devido à faixa etária dos entrevistados. A citação da proximidade destes com as bactérias permite estabelecer a relação do grupo com os micro-organismos. Essa informação revela que o conhecimento sobre estes organismos é superficial, favorecido pela dificuldade do ensino que favorece um determinado assunto, e pela influência da mídia, que muitas vezes não apresenta um rigor científico em suas mensagens, pois é o principal meio de acesso à informação dos entrevistados.

Em relação ao ambiente em que são encontrados, a partir da análise de similitude, os termos “vivem”, “fungos” e “os” apresentam uma ligação mais intensa, sendo o solo o ambiente mais citado como local que os fungos habitam, pela maior proximidade com o termo “vivem”, porém também podem ser encontrados na água (Figura 9).

Figura 9 - Ambiente onde os fungos são encontrados segundo os entrevistados.



Fonte: Elaborado pelos autores no Programa Iramuteque (Ratinaud, 2009; 2016).

A distinção para os entrevistados entre fungos aquáticos e terrestres é uma tarefa difícil. Em uma amostra de água geralmente encontram-se espécies aquáticas, terrestres e outras que vivem em ambos os meios, como é o caso dos oomicetos, que são definidos como aquáticos, mas que podem ser obtidos em amostras de solo e em áreas úmidas.

Neste estudo foram identificadas 24 espécies de oomicetos (Tabela 3) a partir da análise de amostras de água e solo, com o predomínio do modo de vida sapróbio, mas também de espécies parasitas, que regulam a cadeia trófica. Baseado na literatura, constatou-se que algumas das espécies podem apresentar potencial patogênico a plantas e animais de importância econômica, contudo apenas em condições de desequilíbrio ecológico sua proliferação é favorecida, como alterações na qualidade da água, excesso de umidade em culturas agrícolas e alterações bruscas de temperatura.

Os fungos apresentam grande diversidade e são amplamente difundidos em diferentes ambientes. Possuem grande importância na decomposição de matéria orgânica, influenciando de maneira decisiva no transporte de materiais entre os ecossistemas, mas também permanecem sobre e no interior do corpo, que se modificam conforme a idade, os hábitos nutricionais e o ambiente em que vivemos. Esses micro-organismos compõem a microbiota normal, bactérias e fungos, principalmente, que são residentes permanentes (Garcia et al., 2012).

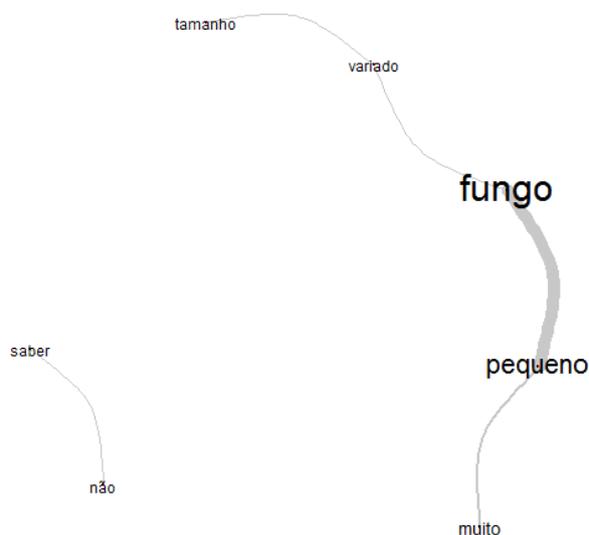
Tabela 3 - Oomicetos, modo de vida e potencial patogênico de isolados no Complexo Açude Joana, Pedro II, PI.

Oomicetos	Modo de vida	Potencial Patogênico
<i>Achlya americana</i>	Sapróbio; Parasita	Parasita de peixes
<i>Achlya flagellata</i>	Sapróbio	Parasita de peixes e seus ovos
<i>Achlya orion</i>	Sapróbio	Saprolegniiose em peixes
<i>Achlya proliferoides</i>	Sapróbio	Saprolegniiose em tilápias
<i>Aphanomyces helicoides</i>	Sapróbio	Parasitose em ovos de peixe
<i>Aphanomyces keratinophyla</i>	Sapróbio	-
<i>Aphanomyces</i> sp.	Parasita	-
<i>Brevilegnia subclavata</i>	Sapróbio	Parasita de peixes
<i>Dictyuchus sterile</i>	Sapróbio	Parasita de peixes
<i>Dictyuchus</i> sp.	Sapróbio	-
<i>Leptolegniella keratinophila</i>	Sapróbio	-
<i>Myzocytiopsis zoophthora</i>	Parasita	Parasita de rotífero
<i>Olpidiopsis</i> sp.	Parasita	-
<i>Phytophthora palmivora</i>	Sapróbio	Parasita de mamão, caju.
<i>Plectospora gemmifera</i>	Sapróbio	Podridão radicular em cana-de-açúcar.
<i>Plectospora myriandra</i>	Sapróbio	Lesão em raiz de tomate.
<i>Globisporangium echinulatum</i>	Sapróbio	Podridão radicular em cebola, beterraba, morango, tomate, pepino.
<i>Globisporangium mamillatum</i>	Sapróbio	Parasita de crisântemo, cana-de-açúcar e tomate.
<i>Globisporangium ultimum</i>	Sapróbio	Parasita de bico-de-papagaio, cana-de-açúcar, crisântemo, amendoim, couve, grão-de-bico, alface, tomate, feijão-de-lima, ervilha, jiló e berinjela.
<i>Phytopythium palingenes</i>	Sapróbio	Podridão radicular em culturas de mandioca.
<i>Phytopythium vexans</i>	Sapróbio	Podridão em estrelítzia, cana-de-açúcar, berinjela, jiló.
<i>Pythiogeton dichotomum</i>	Sapróbio	-
<i>Pythiogeton ramosum</i>	Sapróbio	Podridão em raiz e caule de arroz selvagem.
<i>Pythiogeton uniforme</i>	Sapróbio	-

Fonte: Pesquisa direta (2017).

Em relação ao tamanho dos fungos, os respondentes percebem tamanhos variados, mas a relação com o termo “pequeno” foi mais estabelecida, com a intensificação do termo “muito” (Figura 10).

Figura 10 - Tamanho dos fungos segundo os entrevistados.



Fonte: Elaborado pelos autores no Programa Iramuteque (Ratinaud, 2009; 2016).

Esta conclusão por parte dos entrevistados significa que mesmo o mundo microbiológico constituindo-se abstrato, com a inviabilidade da criação de representações dos organismos devido ao tamanho reduzido, percebe-se a sua presença. As informações a que eles tiveram acesso atrelam estes organismos sempre a impactos negativos.

As pessoas em geral têm receio dos micro-organismos porque geralmente são difundidos os impactos negativos que eles causam e pouco sobre os mecanismos essenciais de suporte à vida que eles desempenham. A escola tem o papel de mudar essa concepção (Gonçalves & Oliveira, 2015).

Embora os micro-organismos sejam frequentemente lembrados pelas doenças que causam, a maioria realiza alterações importantes para o equilíbrio ecológico, minimizando os efeitos da contaminação provocada pelas atividades humanas a ambientes aquáticos. Como cita Branco (1962), os fungos podem ser utilizados em estudos hidrobiológicos como indicadores de poluição.

Medeiros & Araújo (2013) relatam que a poluição e contaminação das águas além de interferirem em vários aspectos sociais e econômicos, também podem levar a mudanças nas comunidades aquáticas presente nos reservatórios, como plantas, animais e micro-organismos.

Estes últimos são pouco conhecidos devido ao seu tamanho reduzido, mas possuem funções ecológicas únicas e auxiliam na manutenção da dinâmica do ambiente.

Os organismos microscópicos são percebidos visualmente pelas consequências que trazem para as pessoas, pelos seus efeitos em culturas agrícolas e doenças que provocam nos animais, pois como afirmam Geerdink & Neiman (2010) o meio ambiente só é percebido pelos indivíduos quando apoiada em uma realidade concreta.

4. Conclusão

Os entrevistados definem que o açude Joana e rio Corrente apresentam água suja e a nascente Bananeira limpa, sendo o lançamento de efluentes e resíduos os principais aspectos levantados que impactam estes ecossistemas e veem como essencial a implantação de um sistema de esgotamento sanitário. Este cenário concorda com a negação de uso da população, aspecto contraditório, pois todos os corpos d'água são integrados, reforçando a necessidade de sensibilização da comunidade para a conservação dos recursos naturais, com minimização das interferências na bacia hidrográfica do rio Corrente e promoção de um desenvolvimento local, baseado em princípios sustentáveis.

A partir deste estudo compreendemos que a percepção do homem em relação ao meio está relacionada principalmente ao aspecto visual, como se observa na definição da qualidade da água em limpa e suja. O fator determinante é a identificação do lançamento ou não de efluentes doméstico no manancial. Porém, o tamanho reduzido de alguns organismos não inviabiliza sua percepção mais dificulta pois necessita construí-la a partir de algo abstrato.

Referências

Antunes, C.M.; Bittencourt, S. C.; Rech, T. D.; Oliveira, A. C. *Qualidade das águas e percepção de moradores sobre um rio urbano. Revista brasileira de ciências ambientais.* 32. 2014. 75-87.

Barbosa, F.G.; Oliveira, N. C. *Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis-GO.* UNOPAR Cient., Ciênc. Human. Educ., Londrina, v. 16, n. 1, p. 5-13, Jan. 2015.

Barbosa, V. *A última gota.* São Paulo: planeta, p.28, 2014.

Bardin, L. *Análise de conteúdo.* Tradução Luis Antero reto, augusto pinheiro. São Paulo. Edições 70. 2011.

Batista, N.J.C., Cavalcante, A.A.C.M., Oliveira, M.G., Medeiros, E.C.N., Machado, J.L., Evangelista, S.R., Dias, J.F., Santos, C.E.I., Duarte, A., Silva, F.R. & Silva, J. *Genotoxic and mutagenic evaluation of water samples from a river under the influence of different anthropogenic activities*. Chemosphere 164: 143-141. 2016.

Branco, W.C. *Fungos em esgoto e águas poluídas*. Revista do Departamento de Águas e Esgotos, São Paulo, v. 23, n. 44, p. 31-32, 1962.

Brasil. Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. *Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza*. Brasília. 2000.

Camargo, B.V; Justo, A. M. *IRAMUTEQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*. Temas em Psicologia, v. 21, n. 2, 513-518. 2013.

Dias, O. A; Mota, N.D. *Percepção Ambiental em Comunidades Rurais Circundantes a uma Reserva Particular do Patrimônio Natural*. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. Santa Maria, v. 19, n. 2, mai – ago., p. 1153-1161. 2015.

Ferreira, L. F.; Coutinho, M. C. B. (2000). *Educação ambiental em estudos do meio: a experiência do Bioma Educação Ambiental*. In: SERRANO, C. (Org.). *A educação pelas pedras*. São Paulo: Chronos, p. 171-188.

Garcia CTP, Saleh DMFVB, Sasagawa SM, Mimica LMJ, Ueda SMY. *Pesquisa de micro-organismos em canetas esferográficas utilizadas por estudantes universitários*. Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa São Paulo. 57(1):6-10, 2012.

Geerdink, S.; Neiman, Z. *A educação ambiental pelo turismo*. In: Neiman, Zysman; Rabinovicci, Andrea. *Turismo e meio ambiente no Brasil*. Barueri, SP: Manole, p.63-83. 2010.

Gheyi, H. R.; Paz, V.P.S.; Medeiros, S.S.; Galvão, C.O. *Recursos Hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações*. INSA: Campina Grande. 2012.

Gomes, D.O.B. 2011. *Mineração, turismo e ambiente em Pedro II, Piauí*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista.

Gomes, E.R. 2015 *Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

Gonçalves, N. M.; Hoeffel, J.L.M. *Percepção ambiental sobre Unidades de Conservação: os conflitos em torno do Parque Estadual de Itapetinga – SP*. *Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade*. 3. 2012.

Hoeffel, J. L., et al. *Trajetórias do Jaguar – Unidades de Conservação, Percepção Ambiental e Turismo: um estudo na APA do Sistema Cantareira, São Paulo*. *Ambiente e Sociedade*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 131-148, 2008.

IBGE. 2017. *Cidades: Pedro II*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://cidades.ibge.gov.br> (acesso em 13-I-2017).

Maia, J.L.; Guedes, J.A. *Percepção ambiental dos recursos hídricos no município de Francisco Dantas, RN*. Sociedade e Território, Natal, v. 23, nº 2, p. 90-106, jul./dez. 2011.

Maia, L. C.; Carvalho Junior, A. A. Introdução: os fungos do Brasil. In: FORZZA, RC., 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 Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 43-48. v. 1, 2010.

Mederios, A.L.Q.; Araújo. A. F. F. Protozoários, qualidade de água dos açudes e doenças de veiculação hídrica na percepção de professores e alunos de escolas públicas do ensino básico. *Revista de Educação Ambiental*, 2013.

Milanez, A. I. Fungos de águas continentais. In: Fidalgo O. & V. L. Bononi (eds.), *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*, pp. 17-20. São Paulo: Instituto de Botânica, pp.17-20, 1989.

Poli, G. M.; Camargo, B. V. *Representações sociais do meio ambiente e água*. Psicologia ciência e profissão. 2015. 35-4. 1310-1326.

Primack, R. B.; Rodrigues, E. *Biologia da Conservação*. Londrina: Efraim, 2001.

Ratinaud, P. (2009). *IRAMUTEQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires* [Computer software]. Retrieved from <http://www.iramuteq.org>.

Santos, L.B.; Siqueira, K.P. Oficina mitos e verdades da biologia invisíveis. *Revista da SBEnBio*. 7. 4853-4864. 2014.

Viana, R. B.; Cavalcante, R. M.; Braga, F. M. G.; Viana, A. B.; Araújo, J. C. de; Nascimento, R. F.; Pimentel, A. S. Risk assessment of trihalomethanes from tap water in Fortaleza, Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.151, p.317-325, 2009.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado no Complexo Açude Joana revelou uma riqueza de 24 táxons a partir de 96 ocorrências, 61 no solo e 35 na água, com modo de vida predominantemente sapróbio e habilidade nutricional por substratos celulósicos, reafirmando a importância ecológica dos oomicetos como recicladores do ambiente. Foram observadas também espécies parasitas, o que demonstra a importância de controle biológico que esses organismos podem assumir, principalmente as espécies que parasitam insetos.

Destaca-se o primeiro registro das espécies *P. gemmifera*, *D. sterile* e *M. zoophthora* para o Brasil e para o Piauí de *B. subclavata* e *A. americana*. Entre os táxons identificados, nove são fitopatogênicos, responsáveis por perdas econômicas para a agricultura, e sete espécies apresentam potencial patogênico a peixes silvestres ou em criatórios.

Contudo, sua presença não significa necessariamente a ocorrência de doenças. Os oomicetos são ubíquos no ambiente e sua disseminação ocorre devido a alterações ambientais, como a qualidade da água, variações de temperatura e umidade excessiva do solo. Servem como alerta, para evitar que os usos preponderantes como abastecimento público, irrigação e atividade de pesca sejam afetados.

Os corpos d'água do Complexo Açude Joana, segundo classificação adotada pelo IQA/CETESB, apresentam sua qualidade de “ótima” a “razoável”, aspecto contraditório quando comparam-se os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água utilizados na construção desse índice com a legislação brasileira que regulamenta o enquadramento dos mananciais de água doce. Ressalta-se a alteração dos níveis de fósforo e nitrato, potenciais contaminantes que geram riscos para os usuários, além do processo de eutrofização que podem desencadear nos ecossistemas aquáticos.

Os entrevistados classificam a água do Complexo como “suja” e “limpa” levando em consideração o aspecto visual, pois o lançamento de esgoto e lixo é uma realidade. Devido a esse cenário, ocorre uma negação de uso. Em relação aos oomicetos/fungos, eles não apresentam um conhecimento para classifica-los, mas percebem a existência de organismos “invisíveis”. A ausência da observação impede o estabelecimento de uma relação concreta, o que leva a uma generalização e incorporação de todos os micro-organismos em um grupo único, marcado pelo aspecto negativo de provocar doenças, pois esta é a principal maneira que os fungos são apresentados na mídia e na escola.

Assim, constatamos que os recursos hídricos estão sendo utilizados de forma insustentável, gerando riscos para a saúde e para o desenvolvimento regional,

comprometendo a biodiversidade, em especial dos oomicetos, pois não compreendemos por completo as relações estabelecidas entre estes e as variáveis físico-químicas da água contaminada. É fundamental a implantação de um sistema de esgotamento sanitário no município, bem como a sensibilização da população local para a conservação dos recursos naturais. Também é essencial ampliar os estudos ecológicos dos oomicetos, com atenção aos gêneros com potencial patogênico, em virtude dos danos causados à produção alimentícia.

APÊNDICE A – Formulário de Entrevista

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
NÚCLEO DE REFERÊNCIA EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS DO TRÓPICO ECOTONAL DO
NORDESTE (TROPEN)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
(MDMA)
FORMULÁRIO - MORADORES DO COMPLEXO AÇUDE JOANA – PEDRO II (PI)

1. Perfil Socioeconômico

a) Faixa etária

Jovem	Adulto	Idoso
-------	--------	-------

b) Gênero

Feminino	Masculino	Outro
----------	-----------	-------

c) Escolaridade

Não escolarizado	Ensino Médio Incompleto	Ensino Superior Incompleto
Ensino Fundamental Incompleto	Ensino Médio Completo	Pós-Graduação
Ensino Fundamental Completo	Ensino Superior Incompleto	Quantos anos?

d) Renda

Nenhuma renda	De 01 a 03 salários	De 06 a 10 salários
Menos de 01 salário	De 03 a 06 salários	Não informou

Observação: Valor do Salário Mínimo em vigor a partir de 01.01.2016 (R\$ 880,00).

e) Profissão

Profissão:	Quais as fontes de renda?
------------	---------------------------

f) Meio de informação

Rádio	Revista	Internet
Jornal	Televisão	Escola
Associação	Outros membros da casa	Outro:

2. Percepção Ambiental

- a) Como é água do açude? Por quê?
- b) Como você usa a água do açude? O que você ver mais não faz? Por quê?
- c) A água tem algum “organismo” que você não vê? Prejudicam ou beneficiam as plantas, animais e pessoas? Por quê?
- d) Você já ouviu falar de “fungos”? Onde? O que eles são? Onde vivem? Qual o tamanho?(Obs. Será adotado o termo “fungos” em substituição ao termo oomicetos).
- e) O que você acha da presença dos “fungos” na terra, água e ar? Por quê?
- f) Quais os usos que faz do riacho Pirapora/rio Corrente e da Nascente Bananeira?
- g) Como é água do riacho Pirapora/rio Corrente e da Nascente Bananeira? Por quê?
- h) Para você o riacho/rio quando seca morre? Por quê?
- i) Conhece o Parque Ambiental Municipal Pirapora? Frequenta? Por que foi criado? Concorda com sua criação?

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O(A) Senhor(a) está sendo convidado(a), como voluntário, a participar do projeto de pesquisa de mestrado intitulado “A “invisível” diversidade de oomicetos (oomycota), usos e qualidade da água do Complexo Açude Joana, em Pedro II, Piauí”, de responsabilidade dos pesquisadores Joseane Lustosa Machado e Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha, podendo manter contato pelos telefones (086)999648037 e (086)994320546.

Esta pesquisa tem por objetivo analisar a diversidade de “fungos aquáticos” com destaque para as espécies com potencial patogênico no complexo do Açude Joana, em Pedro II, Piauí, considerando seus múltiplos usos, a qualidade da água e a percepção da população utilitária.

Sua participação não é obrigatória e não receberá nenhum pagamento pela mesma, podendo desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, fato que não acarretará prejuízo ou ônus à sua pessoa. Os dados fornecidos serão tornados públicos nos meios acadêmicos e científicos, porém será respeitada a privacidade do participante que não terá nenhum dado ou elemento que possa lhe identificar divulgado.

Sua participação, nesta pesquisa, consistirá em responder um formulário sobre sua rotina de trabalho e sua relação com o Açude Joana.

Os possíveis riscos no envolvimento dos participantes da pesquisa serão prováveis desconfortos em responder ao formulário e constrangimento em fornecer informações socioeconômicas pessoais e sobre suas atividades rotineiras, caso isso ocorra, a mesma será interrompida, a fim de evitar o incomodo aos participantes da pesquisa.

Os benefícios relacionados com a sua participação são o esclarecimento dos impactos da poluição sobre o Açude Joana; bem como a orientação para a preservação e conservação do mesmo; além de recomendações para o manejo dos plantios realizados com a utilização da água do açude; a pesca e criação de peixes; como também as atividades de lazer no referido açude.

Esclarecimentos contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI, no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Pró-Reitoria de Pesquisa – PROPESQ, CEP. 64.049-550, Teresina, PI. E-mail: cep.ufpi@ufpi.br - Telefone: (086) 3237-2332.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa, assinando este TCLE em duas vias, uma via do participante e outra do pesquisador.

Data:

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Joseane Lustosa Machado

Assinatura do Pesquisador Responsável

Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha

Assinatura do Pesquisador Responsável

APÊNDICE C – Formulário de Observação dos Usos da Água

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
NÚCLEO DE REFERÊNCIA EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS DO TRÓPICO ECOTONAL DO
NORDESTE (TROPEN)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
(MDMA)

FORMULÁRIO DE OBSERVAÇÃO DOS USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

P1		Observações:	P5	
Abastecimento Público			Abastecimento Público	Observações:
Consumo próprio*		Consumo próprio*		
Irrigação		Irrigação		
Pesca		Pesca		
Dessedentação animal		Dessedentação animal		
Lavagem de roupa		Lavagem de roupa		
Diluição de esgoto		Diluição de esgoto		
Lazer		Lazer		
P2		Observações:	P6	
Abastecimento Público			Abastecimento Público	Observações:
Consumo próprio*		Consumo próprio*		
Irrigação		Irrigação		
Pesca		Pesca		
Dessedentação animal		Dessedentação animal		
Lavagem de roupa		Lavagem de roupa		
Diluição de esgoto		Diluição de esgoto		
Lazer		Lazer		
P3		Observações:	P7	
Abastecimento Público			Abastecimento Público	Observações:
Consumo próprio*		Consumo próprio*		
Irrigação		Irrigação		
Pesca		Pesca		
Dessedentação animal		Dessedentação animal		
Lavagem de roupa		Lavagem de roupa		
Diluição de esgoto		Diluição de esgoto		
Lazer		Lazer		
P4		Observações:	P8	
Abastecimento Público			Abastecimento Público	Observações:
Consumo próprio*		Consumo próprio*		
Irrigação		Irrigação		
Pesca		Pesca		
Dessedentação animal		Dessedentação animal		
Lavagem de roupa		Lavagem de roupa		
Diluição de esgoto		Diluição de esgoto		
Lazer		Lazer		

APÊNDICE D – Artigo: Gênero *Myzocytiopsis*

**O GÊNERO *MYZOCYTIOPSIS* (OOMYCOTA) NO ESTADO DO PIAUÍ: NOVOS
REGISTROS PARA O BRASIL**

**JOSÉ DE RIBAMAR DE SOUSA ROCHA^{1,2}, FRANCYNARA PONTES ROCHA³ &
JOSEANE LUSTOSA MACHADO⁴**

¹Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Petrônio Portella, Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA, Núcleo de Pesquisa do Trópico Ecotonal do Nordeste - TROPEN, Av. Universitária, 1310, Ininga, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil. E-MAIL: ribamar10@hotmail.com

²Universidade Federal do Piauí, *Campus* Ministro Petrônio Portella, Centro de Ciências da Natureza, Departamento de Biologia, S/N, Ininga, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil.

³Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA – UFPI, bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: francinarapontes@hotmail.com

⁴Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA – UFPI, bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: joseanelmachado@gmail.com

RESUMO – Organismos que compõem o plâncton e o perifíton são potenciais hospedeiros de vários ecto e endoparasitas. O parasitismo é um tipo de relação ecológica comum nos diversos ambientes da natureza e particularmente importante nestas relações. Em algumas situações, um número significativo desses organismos pode atuar como parasitas, alterando a densidade, sobrevivência, fecundidade, vida útil dos hospedeiros e índice de crescimento das populações. Muitos desses patógenos pertencem ao filo Oomycota. *Myzocytiopsis* são oomicetos parasitas de nematoides, rotíferos e anfípodes. Observações de plâncton cultivado com substratos orgânicos (celulósicos, queratinosos e quitinosos) e água e de plâncton cultivado com substratos orgânicos e solo diluído de três municípios do Estado do Piauí, permitiram registrar espécimes de organismos zoospóricos heterotróficos parasitando dois tipos de hospedeiros, nematoides (*Rhabditis* sp) e rotíferos (*Lecane* sp). Este trabalho se constitui no primeiro estudo de parasitas zoospóricos heterotróficos de zooplâncton no Estado, relatando a ocorrência das seguintes espécies *Myzocytiopsis vermicola* (Zopf) M. W. Dick, *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick e *Myzocytiopsis* sp, observadas parasitando nematoides (*Rhabditis* sp), e de *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick, parasitando rotíferos (*Lecane* sp). Os relatos são novos registros de *Myzocytiopsis* para o Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: *Biodiversidade, Parasitas de Nematoides, Organismos Zoospóricos, Heterotróficos, Rotíferos.*

THE GENUS MYZOCYTIOPSIS (OOMYCOTA) IN PIAUÍ STATE: NEW RECORDS FROM BRAZIL

ABSTRACT - Organisms that make up the plankton and periphyton are potential hosts of various ecto and endo-parasites. The parasitism is a very common type of ecological relationship in the various environments of nature, being particularly important in such relationships. In some situations, a significant number of these organisms can act as parasites, changing the density, survival, fecundity, hosts' life, and growth rate of the population. Many of these pathogens belong to the phylum Oomycota. *Myzocytiopsis* are parasitic oomycetes of nematodes, rotifers and amphipods. Observations of plankton cultivated in organic substrates (cellulosics, keratinous and chitinous) and water, and plankton cultivated in organic substrates and diluted soil from three municipalities of State of Piauí allowed to recorded specimens of heterotrophic zoosporic organisms parasitizing two types of hosts: nematodes (*Rhabditis* sp) and rotifers (*Lecane* sp). This study is the first research on heterotrophic zoosporic parasites zooplankton in the State, reporting the occurrence of the following species: *Myzocytiopsis vermicola* (Zopf) MW Dick, *M. papillata* (GL Barron) MW Dick, *M. humicola* (GL Barron & Percy) MW Dick and *Myzocytiopsis* sp, observed parasitizing nematodes (*Rhabditis* sp), and *M. zoophthora* (Sparrow) MW Dick, which were observed parasitizing rotifers (*Lecane* sp). The reports are new records of *Myzocytiopsis* in Brazil.

KEY WORDS: *Biodiversity, Nematode Parasite, Heterotrophic Zoosporic Organisms, Rotifers*

EL GÉNERO MYZOCYTIOPSIS (OOMYCOTA) EN PIAUÍ: NUEVOS REGISTROS PARA BRASIL

RESUMEN – Organismos que componen el plancton y perifíton son posibles hospedador de varios ecto y endoparásitos. El parasitismo es un tipo muy común de la relación ecológica en los diferentes ambientes de la naturaleza y particularmente importante en estas relaciones. En algunas situaciones, un número significativo de estos organismos puede actuar como parásitos, alterando la densidad, la supervivencia, fecundidad y la vida de los hospedador y la tasa de crecimiento de la población. Muchos de estos patógenos pertenecen a Oomycota. *Myzocytiopsis* son oomicetos parásitos nematodos, rotíferos y anfípodos. Con la observación de los cultivos de plancton con sustratos orgánicos (celulosa, quitinoso y queratinoso) y agua y cultivos con sustratos orgánicos y suelos diluida de los sitios de estudio en tres municipios del estado de Piauí, varios especímenes de organismos heterótrofos zoosporic se registraron dos parasitando tipos de hospedador, nematodos (*Rhabditis* sp) y rotíferos (*Lecane* sp). Este trabajo constituye el primer estudio de parásitos heterótrofos zoosporic zooplancton en el estado, informando de la presencia de las siguientes especies *Myzocytiopsis vermicola* (Zopf) M.W. Dick, *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, *M. Humicola* (G. L. Barron y Percy) M. W. Dick y *Myzocytiopsis* sp, observaron que parasitan a los nematodos (*Rhabditis* sp), y *M.*

Zoophthora (Sparrow) M. W. Dick, parasitando rotíferos (*Lecane* sp). Los informes son *Myzocytiopsis* nuevos registros de Brasil.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad, Nematodos Parásitos, Organismos Heterótrofos Zoosporico, Rotíferos.

INTRODUÇÃO

Os ambientes aquáticos são ecologicamente influenciados pela ação dos fungos, bactérias e organismos osmotróficos heterotróficos. Eles decompõem os substratos orgânicos disponíveis nos corpos d'água e são fontes de alimento para numerosos invertebrados (Voronin 2008), apresentam enzimas que mineralizam a matéria orgânica de origem animal ou vegetal, como fonte de carbono e de energia (Barron 2003). A composição dessas comunidades é afetada por fatores bióticos e abióticos e está em contínuas e dinâmicas mudanças, ocorrendo uma complexa interação de organismos intra e interespecífica (Glockling e Beakes 2000).

Organismos que compõem o plâncton e o perifiton são potenciais hospedeiros de vários ecto e endoparasitas. O parasitismo é um tipo de relação ecológica muito comum nos diversos ambientes da natureza e particularmente importante nestas relações (Lafferty et al. 2006, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013). Em algumas situações, um número significativo desses organismos pode atuar como parasitas (Dick 2001a, 2001b), alterando a densidade, sobrevivência, fecundidade, vida útil dos hospedeiros e índice de crescimento das populações (Mirakle 1977, Thomas et al. 2011).

Muitos desses patógenos pertencem ao Filo Oomycota e constituem um grupo pouco conhecido, apresentam um ciclo de vida complexo que inclui produção de zoósporos, que infectam os organismos hospedeiros. Estes parasitas são holocárpicos e infectam, na maioria das vezes, nematoides e rotíferos em habitats ricos em matéria orgânica e onde populações desses hospedeiros são altas (Glockling e Beakes 2000).

O primeiro parasita zoospórico de nematoide foi descrito por Zopf (1884) e inserido em *Myzocytiium* Schenk, gênero estabelecido para parasitas de algas (Schenk 1858). Este oomiceto descrito como *M. proliferum* var. *vermicola* Zopf, posteriormente, foi elevado ao binômio com a denominação de *M. vermicola* Zopf, por Fischer (1892).

Historicamente, a maioria dos parasitas biflagelados de nematoides e de rotíferos foi colocada nos gêneros *Myzocytiium* e *Lagenidium*, embora os critérios de distinção desses dois gêneros fossem mal definidos e frequentemente contraditórios (Sparrow 1973, Glockling e Beakes 2000, Blackwell et al. 2014). Desde o início, *Myzocytiium* tem sido confundido com *Lagenidium* e ambos já foram considerados no gênero *Pythium*. Todas as espécies parasitas biflageladas de nematoides e de rotíferos foram separadas daquelas espécies parasitas biflageladas de algas por Dick (1997, 2001a), que segregou os parasitas de algas em *Myzocytiium* e reconheceu neste gênero apenas as espécies *M. proliferum* Schenk, *M. megastomum* De Wild., *M. rabenhorstii* (Zopf) Dick e *M. netrii* (Miller) Dick. A maioria das espécies de *Myzocytiium* e de *Lagenidium* parasitas de nematoides e de rotíferos foi segregada em um novo gênero, *Myzocytiopsis* Dick, e nova ordem, Myzocytiopsidales Dick, colocando *M. lenticularis* (Barron) M. W. Dick como espécie tipo. Myzocytiopsidales Dick é similar a Olpiopsidales Dick, mas são ordens distintas por apresentarem formas de zoósporos diferentes e a primeira ordem apresentar homotalismo e oósporos appleróticos (Dick 2001a).

Myzocytiopsis são organismos similares a *Myzocytiium* e parasitas de nematoides, rotíferos e anfípodes e que possuem zoosporogênese intraesporangial, sem produção de vesícula externa, embora um tubo de liberação externo possa ser formado (Blackwell et al. 2014). Estudos realizados por Glockling e Beakes (2006) sugerem que a família Myzocytiopsidaceae, como definida por Dick (2001a), seja um grupo heterogêneo mostrando convergência morfológica e que *Myzocytiopsis* seja improvável representar um grupamento natural dentro dos oomicetos (Glockling e Beakes 2000, 2006, Blackwell et al. 2014).

Recentemente, Beakes et al. (2014) em revisão taxonômica de oomicetos, propuseram Pythiaceae *s. lat.* na qual agregam três subclados. *Myzocytiposis* (em parte) está incluso no subclado que agrupa organismos que apresentam talo semelhante a aqueles de *Lagenidium*. Este subclado agrupa também *Lagena* e *Gominocheate*.

Myzocytiopsis M. W. Dick apresenta um sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado, alongado, cilíndrico e contínuo quando jovem, com a maturidade tornando-se septado e com constrições; ocasionalmente reduzido a um ou dois segmentos. Os zoosporângios são desenvolvidos diretamente dos segmentos do talo, de formato oval, elipsoide, esférico, alongado ou cilíndrico, de aspecto hialino, parede lisa, com um ou dois tubos de liberação de variável comprimento projetando-se da superfície do hospedeiro. Zoósporos biflagelados. Os gametângios são formados por transformação dos segmentos do micélio, frequentemente estão localizados entre os zoosporângios. Anterídios usualmente do mesmo tamanho e forma do oogônio e alternando-se com estes. Oósporo esférico ou globoso com parede espessa lisa, estrelada ou esculpida, contendo um a vários glóbulos refrativos (Dick 2001a, 2001b).

A ocorrência desses organismos parasitas em diferentes habitats aquáticos de várias regiões geográficas do mundo tem sido estudada (Czeczuga e Muszyńska 2004, Dick 1977, 2001a, 2001b, Kirk et al. 2008, Paliwal e Satis 2009, Glockling e Beakes 2006, Kiziewicz e Nalepa 2008, Godlewska et al. 2012, Kiziewicz 2012). Mas, apesar de desempenharem importantes processos ecológicos, como a competição por fontes nutritivas, fluxo de energia, dinâmica de populações, sucessão de espécies, o parasitismo em ambientes aquáticos ainda é menos conhecido que em ambientes terrestres (Hudson et al. 2006).

O relato da ocorrência de oomicetos holocárpicos parasitas de organismos aquáticos é muito reduzido, possivelmente, devido à dependência hospedeiro-parasita (Glockling e Beakes 2000, 2006, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013). No Brasil, um dos motivos do pouco conhecimento desses organismos é que existem poucos especialistas no estudo dos mesmos (Maia e Carvalho 2016). No país é registrada a ocorrência de apenas duas espécies de *Myzocytiopsis*. Em Manaus, estado do Amazonas, Karling (1944) relatou a ocorrência de *M. microspora* (Karling) M. W. Dick (= *Myzocytiium microspora* Karling) e em São Paulo, estado de São Paulo, foi registrada a ocorrência de *M. humana* (Karling) M. W. Dick (Jesus et al. 2013).

No estado do Piauí, existem relatos sobre organismos zoospóricos heterotróficos de diversos táxons (Rocha et al. 2001, Rocha 2006, Pereira e Rocha 2008, Rocha et al. 2010a, 2010b, Rocha et al. 2014, Trindade-Junior e Rocha 2013, Pires-Zottarelli e Rocha 2010, Rocha e Macêdo 2015, Rocha et al. 2016), mas nenhum estudo sobre *Myzocytiopsis*.

Este estudo teve por objetivo identificar parasitas zoospóricos heterotróficos de zooplâncton no Estado do Piauí, contribuindo para o conhecimento da distribuição geográfica desses organismos.

MATERIAL E MÉTODOS

Locais de estudo

Os estudos foram realizados em três municípios do estado do Piauí. O primeiro foi realizado no rio Poti, o mais importante afluente do rio Parnaíba, no perímetro do Parque Ambiental Floresta Fóssil, no município de Teresina, localizado nas coordenadas 5° 52' 66" S e 42° 47' 18" W; de agosto a dezembro de 2010. O município está localizado na região Centro-Norte do Piauí e apresenta vegetação típica do bioma cerrado e caatinga (IBGE 2016).

O segundo local de estudo foi o Açude Joana, principal manancial de abastecimento no município de Pedro II, localizado em 4° 25' 56" S e 41° 28' 09" W; de agosto a novembro de 2015. O município está inserido na microrregião de Campo Maior, a 220 Km Norte-Nordeste de Teresina, com sua sede localizada na Serra dos Matões a uma altitude de 603m. A vegetação predominante é de caatinga (IBGE 2016), com áreas de transição. Está inserido na bacia sedimentar do Parnaíba, apresentando solos arenosos, quartzosos de baixa fertilidade, com mineralização de opala, calcedônia, quartzo, hematita e barita. O principal curso de água do município é o rio Corrente que tem suas águas represadas pelo Açude Joana, com capacidade para 10, 6 milhões de m³ (Aguiar e Gomes 2004a).

O terceiro local de estudo foi a Barragem do Bezerra, no município de José de Freitas, localizado em 4°45'21" S e 42° 34' 33" W; de janeiro a julho de 2016. O município de José de Freitas está localizado na microrregião de Teresina. Na região encontra-se uma vegetação típica de caatinga/cerrado de solos arenosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade. A barragem do Bezerra possui um volume de acumulação de água de 10.000.000m³, área inundada de 445 hectares, comprimento de 1.400 metros, altura máxima de seis metros e sangradouro com largura de 50 metros. Possui uma precipitação pluviométrica média anual de 1.400mm, com cerca

de 5 a 6 meses como chuvosos e o restante do período do ano de estação seca (Aguiar e Gomes 2004b).

Coletas de campo

Para estudo dos organismos zoospóricos heterotróficos parasitas de zooplâncton, amostras de água superficiais foram coletadas nas margens dos corpos d'água dos locais de pesquisa e depositadas em frascos de vidro (100 ml), juntamente com detritos vegetais e animais. Amostras de solo (200 g) foram coletadas das margens em saco de polietileno. Depois, acondicionadas em caixas para transporte. Após a coleta, o material foi levado ao Laboratório de Fungos e Organismos Zoospóricos (LFZ) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) para processamento.

Estudos no laboratório

No laboratório, foram realizadas observações de zooplâncton cultivado com substratos orgânicos (celulósicos, queratinosos e quitinosos) e água e de plâncton cultivado com substratos orgânicos e solo diluído dos locais de estudo. De cada amostra de água, foram transferidos 30 ml para placas de Petri (100 x 20 mm), juntamente com os materiais orgânicos vegetais e animais. Das amostras de solo, 20 g foram transferidas para placas de petri (100 x 20 mm) e dissolvidas com 30 ml de água destilada esterilizada e, a seguir, decantadas por 30 min. Nas placas preparadas com amostras de água e de solo, foram adicionados substratos celulósicos (sementes de *sorgum* sp, palha de milho, celofane e epiderme de cebola), queratinosos (ecdise de cobra e cabelo) e quitinosos (asa de térmita), para degradação pelo plâncton como fonte de alimento no processo de nutrição.

Observação do zooplâncton em cultura

Após incubação por sete dias, em temperatura ambiente (30 – 32 °C), foram observadas, ao microscópio óptico (Olympus BX41, Tokyo, Japan), lâminas preparadas com água, material orgânico coletado e os substratos celulósicos, queratinosos e quitinosos para observação da comunidade zooplânctônica e verificação de parasitismo por oomicetos.

Estudo taxonômico e descrição dos espécimes

A identificação das espécies parasitas foi realizada consultando literatura especializada (Karling 1942, Johnson et al. 2005 e outros estudos atuais). Após, foram descritas, ilustradas em câmara clara acoplada ao microscópio óptico (Olympus BX41, Tokyo, Japan) e fotografadas (Nikon Coolpix-S4100). Os hospedeiros foram identificados em nível de gênero (Center for Freshwater Biology 2016). As descrições do desenvolvimento dos patógenos foram realizadas com observações aleatórias em sucessivas montagens de lâminas com material de culturas onde os hospedeiros eram abundantes e ocorria parasitismo por oomicetos. A classificação taxonômica utilizada foi a proposta por Beakes et al. (2014) e a abreviação dos nomes dos autores segundo o Index Fungorum (2016). Lâminas semipermanentes foram preparadas com azul de algodão, lactofenol e espécimes selecionados e depositadas na coleção do LFZ - UFPI. Manutenção das culturas em estoque foi realizada com populações de hospedeiros e de parasitas, após constatação de abundante produção de oósporos dos parasitas, em estufa com demanda de oxigênio, a 12 °C. A vida útil das culturas é por tempo indeterminado, dependendo da viabilidade dos oósporos preservados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a observação de zooplâncton das culturas de água e de diluição de solo dos locais de estudo, espécimes de organismos zoospóricos heterotróficos foram registrados parasitando dois tipos de hospedeiros, nematoides (*Rhabditis* sp) e rotíferos (*Lecane* sp). Foram identificados cinco táxons desses parasitas, classificados segundo Beakes et al. (2014), como pertencentes ao reino Straminipila, filo Oomycota, classe Peronosporomycetes, ordem Peronosporales *s. lat.*, família Peronospoceae *s. lat.*, gênero *Myzocytiopsis* (parte). As espécies estudadas foram *M. vermicola*, *M. papilata*, *M. humicola*, *M. zoophthorum* e *Myzocytiopsis* sp, descritas e ilustradas a seguir.

Myzocytiopsis vermicola (Zopf) M. W. Dick. *Mycol. Res.* 101(7): 878. 1997.
Figuras 1, 6-9.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado, cilíndrico e contínuo quando jovem, posteriormente, apresenta septos com constrictões. Os zoosporângios são formados em cadeia linear de várias unidades a partir de dilatações dos segmentos do talo, esférico 12-20 µm em diâm., oval, elipsoide, cilíndrico, hialino, parede lisa, com um ou dois tubos de liberação de variável comprimento. Zoósporos biflagelados. Gametângios formados por transformação dos segmentos do talo, frequentemente estão localizados entre os zoosporângios. Oogônio oval, 18-20 µm em diâm., globoso ou elipsoide. Anterídios (células anteridiaais) usualmente do mesmo tamanho do oogônio, cilíndrico e levemente fusiforme, 17-20 µm em diâm. Oósporo esférico, 12-16 µm em diâm., globoso, parede espessa, externamente com aspecto rugoso. Germinação não observada.

Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 23 outubro 2010, *J. R. S. Rocha* 77 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis* sp.

Comentários

Este é o primeiro registro da espécie no Brasil. As características dos espécimes estão de acordo com as mencionadas por Zopf (1884) e Beakes et al. (2014). Após infecção do hospedeiro, o talo se desenvolve e forma um sistema de hifas contínuo dentro do corpo do nematoide. Posteriormente, são formados septos dividindo o talo em curtos segmentos, que se dilatam, desarticulam e se desenvolvem nos zoosporângios em cadeia linear com único tubo de liberação de comprimento variável (Fig. 1A-B, 6A-B, 9A) onde são produzidos os zoósporos. Estes são liberados do zoosporângio por um tubo ou papila de liberação que rompem a cutícula do hospedeiro. De modo similar, são formados os gametângios. O oogônio (Fig. 1C, 8A, 9B) é formado de um segmento que se dilata e recebe o conteúdo plasmático de outro segmento dilatado, o anterídio (Fig. 1D). Após fecundação, é formado um oósporo oval ou elipsoide de parede espessa com característico aspecto rugoso, exibindo um grande vacúolo central (Fig. 1D, 8A, 9B). *M. vermicola* ocorre em diversos ambientes e tem sido inclusive relatado de ambos os ecossistemas, terrestres e marinhos (Newell et al. 1977, Glockling e Beakes 2000).

Myzocytiopsis papillata (G. L. Barron) M. W. Dick. Mycol. Res. 101(7): 880 (1997).

Figuras 2, 10-11.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado, cilíndrico e contínuo quando jovem, posteriormente, apresenta septos com constrictões. Os zoosporângios são desenvolvidos com dilatações dos segmentos do talo, em arranjo linear de várias unidades, esféricos, elipsoides, frequentemente limoniforme, 18-32 x 12-20 µm em diâm., com papila em um dos lados ou nos dois lados, hialino, parede lisa, com um tubo de liberação de variável comprimento. Gametângios não observados.

Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 22 novembro 2010, *J. R. S. Rocha* 82 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis* sp.

Comentários

Este é o primeiro registro da espécie no Brasil. As características do espécime concordam com as observações de Prasad e Dayal (1984) que observaram espécimes obtidos de solo de cultura de mamão, na Índia. Foram observados resquícios de istmos interconectando os zoosporângios (Fig. 2C). Os zoosporângios apresentam um tubo de liberação de variável comprimento (Fig 2A), frequentemente são limoniformes. As papilas nas extremidades dos zoosporângios caracterizam esta espécie (Fig 2B, 10, 11B).

Myzocytiopsis humicola (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick. Mycol. Res. 101(7): 879 (1997).

Figuras 3, 12-13.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, não ramificado ou moderadamente ramificado, cilíndrico e contínuo quando jovem, depois, torna-se septado em curtas unidades e se desarticula completamente do segmento adjacente. Os zoosporângios são desenvolvidos por dilatações dos segmentos do talo, em arranjo linear de várias unidades na extensão do corpo do hospedeiro, geralmente esférico, 35-45 µm diâm., ovais, elipsoides 20-40 x 18-35 µm, com um tubo de liberação de variável comprimento, curtos ou longos, retos ou tortuosos. Gametângios não observados.

Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 23 outubro 2010, *J. R. S. Rocha* 74 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis sp.*

Comentários

Primeiro registro da espécie no Brasil. As características do espécime concordam com a descrição original de Barron e Percy (1975). Em *M. humicola* após infecção do hospedeiro, o talo é simples e não septado, torna-se alongado e segmentado em unidades curtas. Cada porção do talo dilata e torna-se esférica a elipsoide e apresenta completa desarticulação do segmento adjacente, embora permaneçam em arranjo linear, em cadeia. Os zoosporângios apresentam um tubo de liberação de variável comprimento (Fig 3A-B, 12, 13A-B).

Myzocytiopsis sp

Figuras 4, 14-16.

Sistema de hifas intramatricial, holocárpico, inicialmente cilíndrico e contínuo, depois, apresenta septos, os segmentos continuam em série linear. Os zoosporângios são desenvolvidos com dilatações dos segmentos do talo, ovais, elipsoides 20-40 x 18-35 µm, com um tubo de liberação de variável comprimento. Zoósporos biflagelados. Oogônio esférico, oval, 35-45 µm. Anterídio cilíndrico 35-45 µm. Oósporo esférico ou angular, 32-41 µm hialino, parede lisa, espessa, grande glóbulo refrativo. Germinação não observada.

Material examinado

PIAUÍ: Teresina, rio Poti, Parque Ambiental Floresta Fóssil, 14 novembro 2010, *J. R. S. Rocha* 89 (LFZ). Parasitando nematoide *Rhabditis sp.*

Comentários

As características observadas dos espécimes não foram suficientes para determinação da espécie. Entretanto, estas características são similares a *Myzocytiopsis* e sugerem a colocação destes espécimes no referido gênero. Como características de *Myzocytiopsis*, os espécimes apresentaram o desenvolvimento do sistema de hifas intramatricial, holocárpico, sendo inicialmente cilíndrico e contínuo (Fig 14A), depois formando septos entre os segmentos (fig 15A), com os segmentos em arranjo em série linear (Fig 16B), com a liberação de zoósporos biflagelados. Apresentaram ainda, os oogônios e anterídios desenvolvidos a partir de dilatações dos segmentos do talo e a produção de um oósporo aplerótico (Fig. 16A), além do parasitismo de nematoide.

Myzocytiopsis zoophthora (Sparrow) M. W. Dick. *Mycol. Res.*, 101(7): 879 (1997).

Figuras 1, 17-22.

Sistema de hifas holocárpico, com ou sem constrições, septos estreitos e discretos, segmentos 5-20 µm diâm., comprimento variável. Zoosporângio globoso, 10-20 µm diâm., irregular, em forma de saco ou lobado, um único tubo de liberação, curto. Zoósporos emergindo em sucessão. Oogônio esférico, 15-20 µm diâm., oval, elipsoide ou lobado. Anterídio globoso, 12-18 µm diâm., cilíndrico ou irregular. Oósporo esférico, 12-15 µm em diâm., hialino, parede lisa e espessa, com um grande glóbulo refrativo. Germinação não observada.

Material examinado

PIAUÍ: José de Freitas, Barragem do Bezerra, 20 novembro 2016; *F. P. Rocha* 17 (LFZ); 2 fevereiro 2016. *F. P. Rocha* 32 (LFZ). Parasitando rotífero *Lecane* sp. Pedro II, Açude Joana, 20 novembro 2015. *J. L. Machado* 58 (LFZ). Parasitando rotífero *Lecane* sp.

Comentários

Primeiro registro da espécie no Brasil. Os espécimes examinados concordam com a descrição original de Sparrow (1936). Apresentaram sistema de hifas com segmentos de comprimento variável, desarticulando na maturidade. Zoosporângios esféricos, ovais e lobados, formados por transformação direta dos segmentos (Fig. 1A, 17A, 18A, 19A). Os oogônios são formados entre os zoosporângios (Fig. 5B, 18, 19A, 20A) ou isoladamente (Fig. 21A, 22A). Os oósporos são esféricos de paredes espessas e com um grande glóbulo refrativo central (Fig. 5B, 19B, 21B, 22A). *M. zoophthora* é parasita de rotíferos e seus ovos, ocorrendo na Inglaterra e Dinamarca (Karling, 1942). Na Polônia, são referidos relatos desta espécie parasitando rotíferos em amostras de água de lagoas, criatórios de peixes e rios, especialmente em locais poluídos com alta concentração de substâncias orgânicas (Czeczuga et al. 2008, Kiziewicz 2012, Kiziewicz e Nalepa 2008, Godlewska et al. 2012, Godlewska et al. 2013, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013) e em ovos e adultos de *Fasciola hepatica* (Kiziewicz 2006), em crustáceos no plâncton (Czeczuga et al. 2002, Czeczuga et al. 2008) e em insetos (Czeczuga e Godlewska 2001).

CONCLUSÃO

Este é o primeiro estudo específico sobre *Myzocytiopsis* no Brasil. A posição taxonômica de *Myzocytiopsis* é muito controversa (Blackwell et al. 2014) e tem sofrido importantes mudanças. Dick (1997, 2001a) e Beakes et al. (2014) propuseram revisões taxonômicas para o gênero. Enquanto alguns autores adotaram a classificação de Dick (1997, 2001a, 2001b), como por exemplo, Glockling e Beakes (2006), reconhecendo no novo gênero *Myzocytiopsis* aqueles organismos semelhantes à *Myzocytiium* e que infectam invertebrados; outros autores não adotaram a referida classificação, como por exemplo, Kiziewicz e Nalepa (2008) mantendo o reconhecimento de espécie de *Myzocytiium* da forma mais abrangente como anteriormente à classificação de Dick. Desse modo, a identidade (ou integridade genética) de *Myzocytiium* e, conseqüentemente de *Myzocytiopsis*, requer confirmação (Blackwell et al. 2014).

Oomicetos parasitas de plâncton, apesar de serem frequentes, têm recebido pouca atenção dentro do filo. Muitos aspectos da estrutura e história de vida desses organismos são de importância taxonômica e filogenética. Mas, as maiores dificuldades no estudo de organismos parasitas de plâncton é que são difíceis de cultivar, dependem da disponibilidade dos hospedeiros e, aparentemente, são confundidos com outros patógenos (Dick 2001b).

O rio Poti apresenta em vários trechos no perímetro urbano de Teresina alta eutrofização por lançamento de esgoto sem tratamento. O Açude Joana e a Barragem do Bezerra, os outros dois locais de estudo, também apresentam alta eutrofização nos pontos de coleta de material para estudo. Nestes locais foi observada muita matéria orgânica em decomposição, o que poderia favorecer um grande número de registro dos hospedeiros. A população de nematoides e de rotíferos e, conseqüentemente, de seus parasitas geralmente é alta em ambientes ricos em matéria orgânica (Neweu-Lemaire 1936, Campos et al. 2002).

Neste estudo, houve maior número de observação de parasitismo em nematoide (*Rhabditis* sp), o que concorda com o esquema proposto por Dick (1995, 2001b), no qual é possível identificar em *Myzocytiopsis* nove espécies parasitas de nematoides, correspondendo a mais da metade do total de táxons incluídos no gênero, como foi destacado em levantamento realizado por Glockling e Beakes (2000). O gênero *Rhabditis* Dujardin 1845, compõe-se de nematoides que vivem habitualmente em matéria orgânica em decomposição, no solo úmido, em água doce ou salgada. Várias espécies ganham destaque porque podem parasitar diversos organismos, como insetos e até vertebrados, como bovinos e, inclusive, o homem (Neweu-Lemaire 1936, Schmidt e Roberts 1981, Mateus Júnior 1985, Campos et al. 2002).

Neste estudo, também foram observadas diversas ocorrências de parasitismo de *M. zoophthora* em rotíferos *Lecane* sp., isto pode ser atribuído ao fato de representantes de Lecanidae ser comum em

diversos ambientes tropicais, ocuparem uma grande amplitude de nichos e ter alta taxa reprodutiva (Pourriot 1996, Nogrady 1993) e de que o parasita tem ampla distribuição (Kiziewicz e Nalepa 2008, Joko et al. 2008, Godlewska et al. 2012, Godlewska et al. 2013, Wolska e Mazurkiewicz-Zapalowicz 2013).

Myzocytiopsis, ecologicamente, atua na regulação natural da população de seus hospedeiros, existindo um possível potencial destes hiperparasitas a ser explorado como agentes de biocontrole de nematoides patógenos, como por exemplo, *Rhabditis* spp. Estudos mais detalhados são necessários e poderão indicar a viabilidade deste potencial.

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa a Joseane Lustosa Machado e Francynara Pontes Rocha. Ao Dr. Jeremias Pereira da Silva Filho (UFPI-Dep. Biologia), pelo auxílio na identificação dos hospedeiros. Aos estagiários do Laboratório de Fungos e Organismos Zoospóricos (LFZ) da Universidade Federal do Piauí, pelo auxílio na manutenção das culturas.

REFERÊNCIAS

- Aguiar R. B.; Gomes J. R. C. 2004a. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Piauí**. Diagnóstico do município de Pedro II. Disponível em <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/>>. Acessado em 15/01/2016.
- Aguiar R. B.; Gomes J. R. C. 2004b. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado do Piauí**. Diagnóstico do município de José de Freitas. Disponível em <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/>>. Acessado em 01/01/2016.
- Barron, G. L.; Percy, J. G. 1975. Nematophagous fungi: a new *Myzocytiium*. **J. Bot.**, (53), p.1306-1309.
- Baron, G. L. 1976. **Nematophagous fungi: new species of the Lagenidiales endoparasitic on Rhabditis**. *Antonie van Leeuwenhoek* (42), p.131-139.
- Barron G. L. 2003. Predatory fungi wood decay, and carbon cycle. **Biodiversity**, (4), p.3-9.
- Beakes G.W.; Glockling S.L.; Sekimoto S. 2012. The evolutionary phylogeny of oomycetes “fungi”. **Protoplasma**, (249), p.3-19.
- Beakes, G. W.; Honda, D.; Thines, M. 2014. Systematics of the Straminipila: Labyrinthulomycota, Hyphochytridiomycota, and Oomycota. In: **Systematics and Evolution**, The Mycota, VIII Part A, D. J. McLaughlin and J. W. Spatafora (Eds.). 2 ed., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p.39-97.
- Blackwell, W. H. 2011. The genus *lagenia* (stramenopila: oomycota), taxonomic history and nomenclature. **Phytologia**, 93(2): 157-166.
- Blackwell, W.H.; Letcher, P. M.; Powell, M. J. 2014. Questions regarding genus *Myzocytiium* (Oomycota, Straminipila) and its species: Variation and identity of specimens in west-central Alabama. **Phytologia**, 96(2): 41-46.
- Campos D.M.B.; Araújo J.L.B.; Vieira M.C.M.; Damasceno F.; Barbosa A.P. 2002. Um caso de parasitismo por *Rhabditis sp* em criança natural de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 35(5): 519-522.

Center of Freshwater Biology. 2016. Disponível em <<http://www.unh.edu/research/centers/center-freshwater-biology-cfb>>. Acessado em 25/10/2016.

Czeczuga, B.; Godlewska, A. 2001. Aquatic insects as vectors of aquatic zoosporic fungi parasitic on fishes. **Acta Ichthyol. Piscat.**, (31), p. 87.

Czeczuga, B.; Kozłowska, M.; Godlewska, A. 2002. Dead specimens of 29 freshwater crustacean species. **Limnologica**, (32), p.180-193.

Czeczuga, B.; E. Muszyńska. 2004. Aquatic zoosporic fungi from baited spores of cryptogams. **Fungal Diversity**, (16), p.11-22.

Czeczuga, B.; Kozłowska, M.; Godlewska, A.; Velu, S. C. 2008. *Moina macrocopa* (Straus): A Plankton Crustacean as a Vector for Fungus-Like Fish Parasites. **Turk J Zool.**, (32), p. 19-26.

Dick, M.W. 1995. Sexual reproduction in the Peronosporomycetes (chromistan fungi). **J Bot.**, (7), p. 712–724.

Dick, M. W. 1997. The Myzocytiopsidaceae. **Mycol. Res.** (101), p.878- 882.

Dick, M. W. 2001a. **Straminipilous fungi: systematics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine Straminipilous Protists, the Plasmodiophorids and similar organisms.** Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. 670pp.

Dick, M.W. 2001b. The Peronosporomycetes. In **The Mycota VII. Part II. Systematics and evolution.** Mc Laughlin/Mc Laughlin /Lemke (Eds.). Springer-Verlag-Berlin-Heidelberg, p. 72.

Fischer A. 1892. Phycomycetes. Die Pilze Deutschlands, Oesterrichs Und Der Schweiz. Rabenhorst. **Kryptogamen Fl** 1:1–490.

Godlewska A.; Kiziewicz B.; Muszyńska E.; Mazalska B. 2012. Aquatic fungi and heterotrophic straminipiles from fishponds. **Pol. J. Environ. Stud.** 21(3), 615-625.

Godlewskal, A.; Kiziewicz, B.; Muszyńska, E.; Milewski, R. 2013. Aquatic fungi and straminipilous organisms in lakes of the Augustowska Primeval Forest, Poland. **Oceanological and Hydrobiological Studies.** 42(4): 451–459.

Glockling, S.L.; Beakes, G.W. 2000. A review of the biology and infection strategies of biflagellate zoosporic parasites of nematodes. **Fung Divers**, 4:1–20.

Glockling, S.L.; G.W. Beakes. 2006. An ultrastructural study of development and reproduction in the nematode parasite *Myzocytiopsis vermicola*. **Mycologia**, 98:1-15.

Hudson, P. J.; Dobson, A. P.; Lafferty, K. D. 2006. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? **Trends Ecol. Evol.**, 21: 381–385.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun>>. Acessado em 23/01/2016.

Index Fungorum. 2016. <http://www.indexfungorum.org/>

Jesus, A. L.; Marano, A. V.; Schoenlein-Crusius, I. H.; Pires-Zottarelli, C. L. A. 2013. Diversidade de organismos zoospóricos heterotróficos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: novas citações. **Hoehnea**, 40(1): 167-180.

- Johnson, T.W. J.; Seymour, R. L.; Padgett, D. E. 2002. **Biology and the systematics of the Saprolegniaceae**. Ilumina. Available from: <http://dl.uncw.edu/digilib/biology/fungi/taxonomy%20and%20systematics/padgett%20book>.
- Johnson, T.W. J.; Seymour, R.L.; Padgett, D.E. 2005. Systematics of the Saprolegniaceae: new taxa. **Mycotaxon**, 92: 1-10.
- Joko, C. Y.; Lansac-Tôha, F. A.; Murakami, E. A.; Bonecker, C. C. 2008. Novas ocorrências de Lecane no plâncton de distintos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. **Acta Sci. Biol. Sci. Maringá**, v. 30, n. 2, p. 165-171.
- Karling, J.S., 1942. **The simple holocarpic biflagellate Phycomycetes, including a complete host index and bibliography**. New York City, 148 p.
- Karling, J. S. 1944. **New lagenidiaceous parasites of rotifers from Brazil**. *Lydia* 7: 328-342.
- Kiziewicz, B. 2006. Water Fungi and Fungus-like Organisms Isolated from Surface Waters Situated in the Białowieża Primeval Forest Using the Liver Fluke *Fasciola Hepatica* L. of European *Bison Bonasus* L. as Bait **Polish J. Environ. Stud.** 15(2): 277-281.
- Kiziewicz, B.; T. F. Nalepa. 2008. Some fungi and water molds in waters of Lake Michigan with emphasis on those associated with the benthic amphipod *Diporeia* spp. **J. Great Lakes Res.** 34: 774-780.
- Kiziewicz, B. 2012. Frequency and distribution of zoosporic true fungi and heterotrophic Straminipiles from river saprings. **Pol. J. Environ. Studies.** 21(4): 923-927.
- Kirk, P.M.; Cannon, P.F.; Minter, D.W.; Stalpers, J.A. 2008. **Dictionary of Fungi**. 10 ed. CABI Bioscience, Wallingford. 771p.
- Lafferty, K. D.; Dobson, A. P.; Kuris, A. M. 2006. Parasites dominate food web links. **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.** 103, 11211–11216.
- Maia, L.C.; Carvalho, A.A. 2016. Fungos. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB120629>>. Acessado em 03/08/2016.
- Milanez, A.I. 1989. Fungos de águas continentais. In: O. Fidalgo & V.L. Bononi, (coords.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Série Documentos. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 17-20.
- Milanez, A.I.; Pires-Zottarelli, C.L.A.; Gomes, A.L. 2007. **Brazilian zoosporic Fungi**. Conselho Nacional de Pesquisa, São Paulo.
- Mirakle M.R. 1977. Epidemiology in rotifers. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.** 8:138-141.
- Mateus Júnior, W. 1985. *Rhabditis (Rhabditis) freitasi* sp. n. e *Rhabditis (Rhabditis) costais* p. n. (Nematoda – Rhabditidae) isolados de otite bovina. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** 80(1): 11-16.
- Neveu-Lemaire M. 1936. **Traité D'Helminthologie Médicale et Veterinaire**. Vigot Frères, Paris.
- Newell S.Y.; Cefalu R.; Fell J.W.; 1977. *Myzocyitium*, *Haptoglossa*, and *Gonimochaete* (fungi) in littoral marine nematodes. **Bull Marine Sci** 27:177–207.

Nogrady, T. 1993. **Rotifera: biology, ecology and systematics**. Dordrecht: SPB Academic Publishing.

Paliwal P. C.; Sati, S. C. 2009. Distribution of Aquatic Fungi in Relation to Physicochemical Factors of Kosi River in Kumaun Himalaya. **Nature and Science**, 7(3).

Pereira, A.A.; Rocha, J.R.S. 2008. *Pythium* (Phytiaceae): três novos registros para o nordeste do Brasil. **Acta Botanica Malacitana**, 33: 347-350.

Pires-Zottarelli, C. L. A.; Rocha, J.R.S. 2010. Pythiales. In: Forzza, R.C. Stehmann, J.R. Nadruz, M. Costa, A. Carvalho Jr, A.A. Walter, B.M.T. Bicudo, C. Moura, C.W.N. Zappi, D. Peralta, D.F. Costa, D.P. Barros, F. Martinelli, G. Lima, H.C. Prado, J. Baumgratz, J.F.A. Pirani, J.R. Sylvestre, L.S. Maia, L.C. Lucia G. Lohmann, L.G. Paganucci, L. Alves, M.V.S. Mamede, M.C.H. Soares, M.L. Morim, M.P. Barbosa, M.R. Menezes, M. Evangelista, P.H.L. Viana, P.L. Goldenberg, R. Secco, Rodrigues, R.R.S. Cavalcanti, T. Mansano, V. Souza, V.C. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. (orgs.). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estudio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Vol. 1, p. 106-110.

Pourriot, R. 1996. Rotifers from Petit Saut reservoir (French Guyana), with the description of a new taxon. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 331, p. 43-52.

Prasad, G.; Dayal, R. 1985. Studies in nematophagous fungi: IX *Myzocyrtium papillatum* – A new record from India. **Current Science**, 54(6): 286-287.

Rocha, J.R.S.; Milanez, A.I.; Pires-Zottarelli, C.L.A. 2001. O gênero *Pythium* (Oomycota) em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. **Hoehnea**, 28(3): 209-230 .

Rocha, J.R.S. 2006. Filos Chytridiomycota e Oomycota. In: A. M. Giullietti (Ed.). **Diversidade e caracterização dos fungos do semi-árido**. Recife. Associação Plantas do Nordeste. p. 75-95.

Rocha, J.R.S.; Silva, S.V.; Santos, L.S.; Dias, L.P.; Rodrigues, E.P.; Batista Filho, D.M.; Feitosa Júnior, F.S.; Barbosa, R.D. 2010a. Pitiose cutânea equina: primeiro relato de caso no Piauí. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, 15(50): 24-27.

Rocha, J.R.S.; Rodrigues, E.P.; Silva, H.S.V.P.; Sousa, L.M.A.; Barros, B.S.V. 2010b. 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.; Santos, L.A.; Pereira, A.A.; Negreiros, N.C.; Sales, P.C.L.; Trindade Júnior, O.C. 2014. The genus *Pythiogeton* (Pythiogetonaceae) in Brazil. **Mycosphere**, 5(5): 623–634

Rocha, J.R.S.; Macedo, M.A.M. 2015. First record of *Brevilegnia longicaulis* Johnson (Saprolegniales) in Brazil. **Current Research in Environmental & Applied Mycology**, 5(2): 78–81.

Rocha, J. R. S.; Saraiva, L. S.; Silva, J. B.; Macêdo, M. A. M. 2016. The genus *Allomyces* (Blastocladiomycota) in the State of Piauí, Brazil. **Hoehnea**, 43(3): 487-495,

Schenk, A. 1858. **Über das Vorkommen contractiler Zellen im Pflanzenreiche**. Thein; Würzburg, Germany. p. 20

Schmidt G. D.; Roberts L. S. 1981. **Foundations of Parasitology**. Mosby Company, London.

Sparrow, F. K. 1936. A contribution to our knowledge of the aquatic Phycomycetes of Great Britain. **J. Linn. Soc. London (Bot.)**, 50: 417-478.

Sparrow, F. K. J. 1960. **Aquatic Phycomycetes**. 2.ed. University of Michigan Press: Ann Arbor. 2: 1187 p.

Sparrow, F. K. 1973. Lagenidiales. In: Ainsworth G.C., Sparrow F.K., Sussman A.S., eds. **The fungi an advanced treatise**. New York: Academic Press. 4. 158–164.

Steciow, M.M.; Milanez, A.I.; Pires-Zottarelli, C.L.A.; Marano, A.V.; Lecther, P.M.; Vélez, C.G. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids status of knowledge in South America. **Darwiniana**, 5(1).

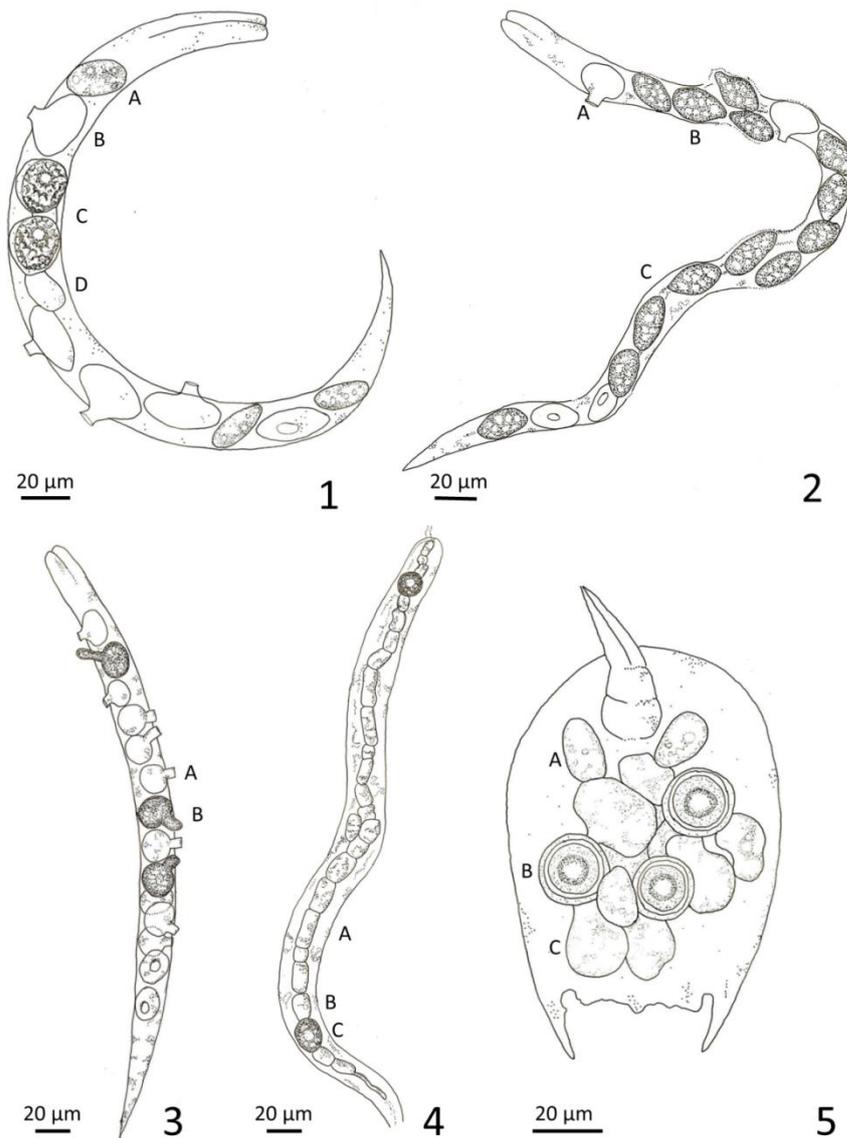
Thomas S.H.; Housley J.M.; Reynold A.N.; Penczykowski R.M.; Kenline K.H.; Hardegree N.; Schmidt S.; Duffy M.A. 2011. The ecology and phylogeny of oomycete infections in *Asplanchna* rotifers. **Freshwater Biol.**, 56: 384-394. <http://dx.doi.org/10.1111%2Fj.1365-2427.2010.02505.x>

Trindade-Junior, O.C.; Rocha, J.R.S. 2013. *Brevilegnia linearis* Coker (Saprolegniales, Oomycota, Fungi): um novo registro para o Brasil. **Pesquisas Botânica**, 64: 341-345.

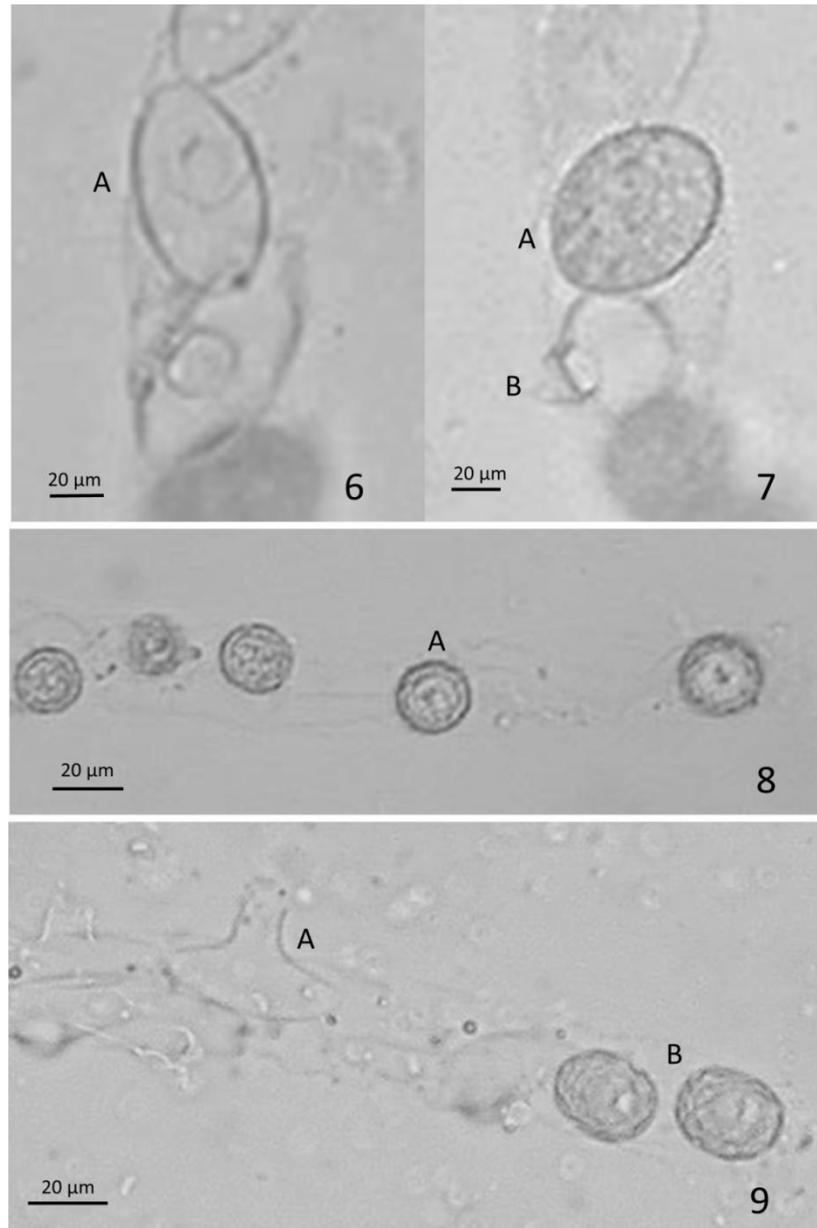
Voronin L.V. 2008. Zoosporic fungi in freshwater ecosystems. **Inland Water Biol.**, 1(4), 341-346.

Wolska, M.; Mazurkiewicz-Zapałowicz, K. 2013. Parasites of zooplankton and periphyton assemblages in the littoral zone of lakes in Drawa National Park, Poland. **Acta Mycologica**, 48 (1): 51–59.

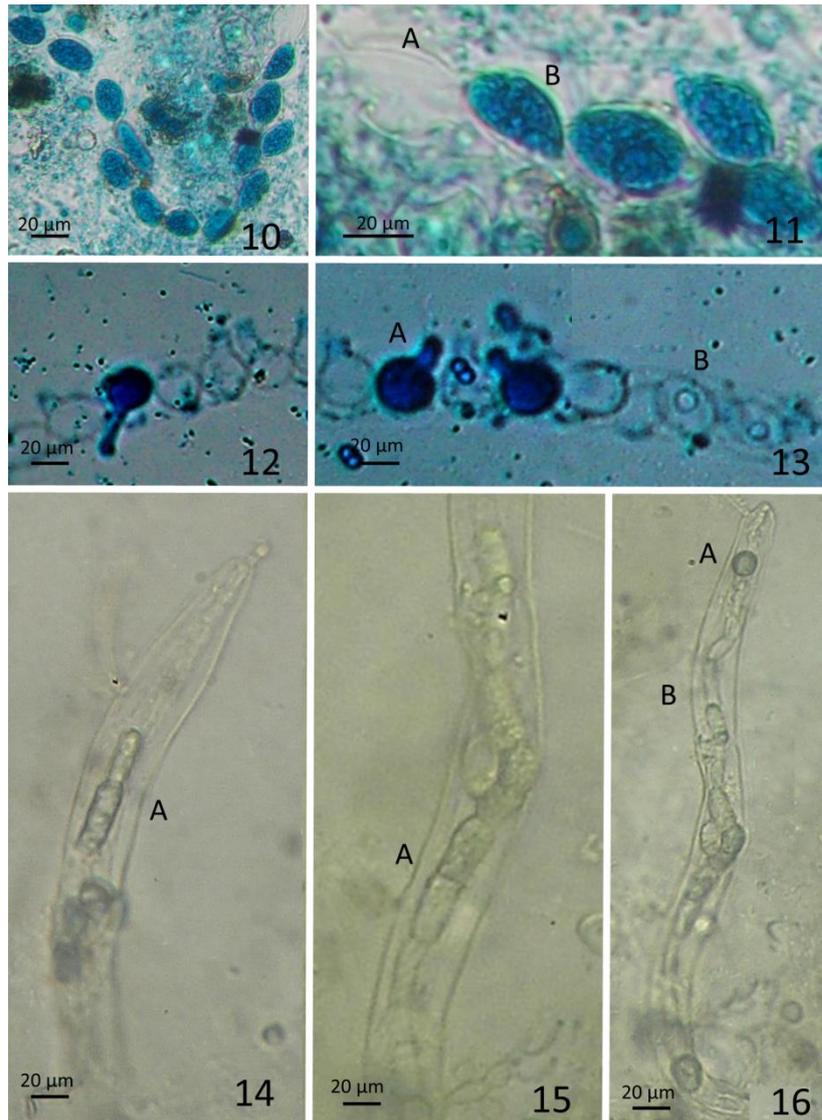
Zopf, W. 1884. Zur Kenntniss Der Phycomyceten I. Zur Morphologie Und Biologie Der Ancylisteen Und Chytridiaceen, Zurgeich ein Beitrag zur Phytopathologie. **Nova acta der Ksl. Leop.-carol. Deuts. Akad. Naturf.**, 46:141–236.



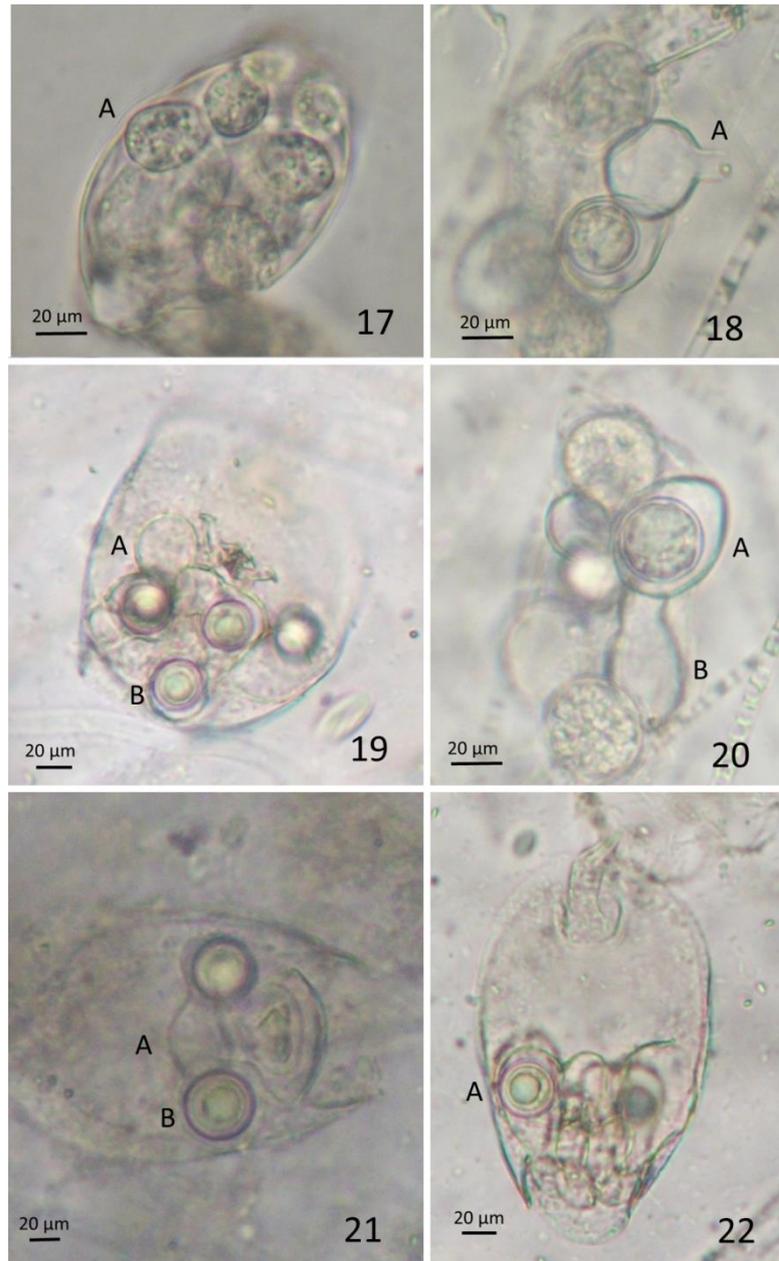
Figuras 1-5. Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil 1) *M. vermicola* (Zopf) M. W. Dick (Oomycota), em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) zoosporângio maduro antes da liberação, B) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, C) dois oósporos de paredes rugosas, e D) célula anteridial vazia 2) *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, B) zoosporângio antes da liberação, limoniforme, com papila em uma das extremidades. C) Resquícios de istmo interconectando os zoosporângios, 3) *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick, em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, B) zoosporângio maduro antes da liberação 4) *Myzocytiopsis* sp., em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. A) segmentos do talo em disposição linear, B) célula anteridial, C) Oogônio e oósporo com distinto glóbulo refrativo central 5) *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick, A) zoosporângio vazio, B) Oogônio e oósporo com grande vacúolo refrativo central, em corpo de rotífero *Lecane* sp.



Figuras 6-9. Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil. 6-9) *M. vermicola* (Zopf) M. W. Dick (Oomycota), em corpo de nematoide *Rhabditis* sp 6A) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, 7A) zoosporângio maduro antes da liberação, 7B) zoosporângio vazio com um curto tubo de liberação, 8A) Oósporo de paredes rugosas. 9A) zoosporângio vazio com curto tubo de liberação, 9B) Oogônio e ósporos de paredes rugosas.



Figuras 10-16. Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil. 10-11) *M. papillata* (G. L. Barron) M. W. Dick, (Oomycota), em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. 10) zoosporângios maduros em disposição linear, ovoides ou limoniformes 11A) zoosporângio vazio, 11B) zoosporângio maduro antes da liberação de zoósporos, limoniformes, com papila nas extremidades. 12-13) *M. humicola* (G.L. Barron & Percy) M. W. Dick (Oomycota), em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. 12) um zoosporângio maduro antes da liberação de zoósporos e vários vazios, com tubos de liberação de variavel comprimento, em arranjo linear, 13A) zoosporângio maduro antes da liberação de zoósporos, 13B) zoosporângio vazio 14-16) *Myzocytiopsis* sp. (Oomycota), em corpo de nematoide *Rhabditis* sp. 14A) talo com segmentos iniciais, 15A) segmentos do talo completamente definidos em disposição linear, evidenciando os septos, 16A) Oogônio com oósporo, 16B) segmentos do talo em disposição linear



Figuras 17-22. Espécies de *Myzocytiopsis* no Estado do Piauí, Brasil. 17-22) *M. zoophthora* (Sparrow) M. W. Dick (Oomycota), em corpo de rotífero *Lecane* sp. 17A) zoosporângio maduro, em corpo de rotífero *Lecane* sp. 18A) zoosporângio vazio com curto tubo de liberação, 19A) zoosporângio vazio, 19B) Oogônio com oósporo de parede espessa e grande glóbulo refrativo central. 20A) Oogônio com oósporo jovem, 20B) célula anteridial fusiforme, vazia. 21A) célula anteridial fusiforme, vazia. 21B) oogônio com oósporo de parede espessa e grande glóbulo refrativo central, em corpo de rotífero *Lecane* sp. 22A) oogônio e oósporo de parede espessa e grande glóbulo refrativo central

APÊNDICE E – Artigo: Gênero *Olpidiopsis***O gênero *Olpidiopsis* (Oomycota) no nordeste do Brasil**

José de Ribamar de Sousa Rocha^{1,2,3}, Joseane Lustosa Machado¹, Janete Barros da Silva¹, Osiel César da Trindade Júnior¹, Leilane de Abreu Santos², Edilson Páscoa Rodrigues² e Áurea Aguiar Cronemberger²

ABSTRACT - (The genus *Olpidiopsis* (Oomycota) in northeastern Brazil). Studies on the diversity of oomycetes were carried out from 1999 to 2016, in the states of Bahia, Piauí and Maranhão, and biotrophic holocarpic zoosporic parasites of chitrids, glomeromycetes and oomycetes were identified as *Olpidiopsis achlyae* Mclarty, *O. aphanomyces* Cornu, *O. fusiformis* Cornu, *O. karlingae* Karling, *Olpidiopsis* sp1 and *Olpidiopsis* sp2. *O. karlingae* is a new report for South America and *O. aphanomyces*, for Brazil. The taxa found were described, illustrated, commented and compared with descriptions of other authors. New synonyms in the genre are discussed and proposed.

Keywords: biodiversity, geographic distribution, heterotrophic zoosporic organisms, parasites.

RESUMO - (O gênero *Olpidiopsis* (Oomycota) no nordeste do Brasil). Estudos sobre a diversidade de oomicetos foram realizados de 1999 a 2016, na Bahia, Piauí e Maranhão, e entre os táxons obtidos, parasitas biotróficos holocárpicos zoospóricos de quitrídias, glomeromicetos e oomicetos foram identificados como *Olpidiopsis achlyae* Mclarty, *O. aphanomyces* Cornu, *O. fusiformis* Cornu, *O. karlingae* Karling, *Olpidiopsis* sp1 e *Olpidiopsis* sp2. *O. karlingae* é novo relato para a América do Sul e *O. aphanomyces*, para o Brasil. Os táxons encontrados foram descritos, ilustrados, comentados e comparados com descrições de outros autores. São discutidas e propostas novas sinonímias no gênero.

Palavras-chave: biodiversidade, distribuição geográfica, organismos zoospóricos heterotróficos, parasitas.

Introdução

De um modo geral, os organismos considerados em fungos constituem um grupo muito abrangente e a sua delimitação tem se modificado com o avanço dos estudos, especialmente aqueles que envolvem aspectos de importância taxonômica. Fungos são organismos eucarióticos heterotróficos osmotróficos e que a assimilação ocorre através da parede celular. Fungos, assim definidos por Dick (1997), incluem Eumycota (Zygomycotina, Ascomycotina e Basidiomycotina), Peronosporomycetina e os Chytridiomycetes, e coloca em uma “área cinza” os Plasmodiophorales, Rozellopsidales, Lagenismatales, Ectrogellaceae e Olpidiopsidales. Estes fungos duvidosos são flagelados e geralmente são incluídos nos fungos aquáticos ou, mais precisamente, nos fungos zoospóricos.

Os fungos, em outras palavras, constituem um grupo bastante diverso que inclui os organismos tradicionalmente estudados pelos micologistas, tais como, os chamados fungos verdadeiros (reino Eumycota); mas, também inclui os organismos semelhantes a fungos, tais como, oomicetos (reino Stramenipila) (Sime-Ngando 2012). Estes organismos compartilham estratégias tróficas similares, como saprofitismo, parasitismo e associações simbióticas, e podem ocorrer no mesmo ecossistema.

Dentre os fungos zoospóricos, grupo de fungos e de organismos similares a fungos que produzem zoósporos no ciclo de vida e que necessitam da água para a sua dispersão, a maioria pertence ao reino Straminipila e outra parte são fungos verdadeiros zoospóricos (Chytridiomycota e Blastocladiomycota). No grupo dos organismos zoospóricos análogos aos fungos, designados como organismos osmotróficos heterotróficos (Dick 2001) ou estramenipilas osmotróficos (Beakes *et al.* 2014), o filo Oomycota representa o maior grupo, com mais de mil espécies e as mais conhecidas são aquelas espécies patogênicas de humanos, plantas ou de animais. O gênero *Pythium*, por exemplo, possui espécies patogênicas a animais e, outras, a diversas culturas agrícolas. *P. insidiosum* tem se destacado por ser severo patógeno de vertebrados, inclusive a humano (Bosco *et al.* 2005), e no Estado do Piauí foi relatado parasitando cavalos, causando pitiose equina (Rocha *et al.* 2010). *P. aphanidermatum* (Edson) Fitzp. causa podridão da raiz de alface, pepino, trigo, dentre outras culturas (Plaats-Niterink 1981). Já outros grupos de oomicetos parasitas têm recebido menor atenção (Dick 2001), como os holocárpicos zoospóricos.

De modo geral, os parasitas têm forte influência nos processos ecológicos como a dinâmica da população, sucessão de espécies, competição por recursos, diversificação de espécies e fluxo de energia e de genes (Hudson *et al.* 2006, Sime-Ngando 2012). Parasitas em ambientes aquáticos são menos estudados que os de ambientes terrestres (Kuris *et al.* 2008),

apesar de ocorrerem praticamente em todos ambientes (Laffety *et al.* 2006). Muitos oomicetos são patógenos oportunistas necrotróficos, outros são hemibiotróficos ou patógenos obrigatórios biotróficos de plantas e de animais (Beakes *et al.* 2014).

Olpidiopsis é um gênero constituído por espécies de oomicetos parasitas biotróficos obrigatórios (Dick 2000, 2001). Ultimamente, este gênero tem recebido maior atenção por ser agente de grandes perdas econômicas em culturas comerciais de algas marinhas cultivadas (*Bangia*, *Porphyra*, *Pyropia*) causando prejuízos de milhões de dólares por ano na Coreia e no Japão. Não existe nenhum tratamento efetivo disponível para prevenir ou controlar os prejuízos provocados por estas doenças (Kim *et al.* 2014, Klochkova *et al.* 2016, Sekimoto *et al.* 2008a).

O gênero *Olpidiopsis*, estabelecido por Cornu (1872), é composto por organismos holocárpicos e não septados, endobióticos. Estas espécies, inicialmente caracterizadas como parasitas de Saprolegniales e de espécies de *Pythium*, comumente causam severa hipertrofia local na hifa infectada que resulta na expansão da hifa do hospedeiro e pode variar grandemente na forma e tamanho (Karling, 1942; Sparrow 1960).

Olpidiopsis, sensu Sparrow (1960), compreende todas as formas de fungos Lagenidiales com talo holocárpico, endobiótico, não lobulado e não tubular, com zoósporos biflagelados e zoosporângio apresentando um a vários tubos de liberação e com oósporo produzido assexuadamente ou após conjugação de gametângios.

Historicamente, *Olpidiopsis* teve posições taxonômicas diversas. A classificação para os oomicetos apresentada por Sparrow (1960) foi a mais utilizada na última metade do século 20 (Beakes *et al.* 2014) esta classificação dividia os oomicetos em quatro ordens: Saprolegniales, Peronosporales, Lagenidiales e Leptomitales. Nesta classificação, *Olpidiopsis* é incluído na família Olpidiopsidaceae, da ordem Lagenidiales.

A revisão taxonômica realizada por Dick (2001a, 2001b) com base na reavaliação de informações sobre características morfológicas, a classe Peronosporomycetes tem Olpidiopsidales posicionada em *incertae sedis*, e é constituída por duas famílias, Sirolpidiaceae e Olpidiopsidaceae. Esta última família é composta por dois gêneros, *Pleocystidium* e *Olpidiopsis*.

O gênero *Olpidiopsis* foi dividido por Dick (2001) em três gêneros distintos. Em *Olpidiopsis* permaneceram as espécies terrestres e de água doce; as espécies marinhas parasitas de algas vermelhas foram realocadas em *Potisma* H. E. Petersen e aquelas espécies marinhas parasitas de algas verdes foram colocadas em *Sirolpidium* H. E. Petersen.

Algumas dessas mudanças taxonômicas não são suportadas por dados de sequência genética molecular. Os oomicetos não formam um clado monofilético bem sustentado estatisticamente. Com base em sequência de dados moleculares, foi proposta uma nova revisão taxonômica para os oomicetos por Beakes *et al.* (2014) e a ordem Olpidiopsidales s. lat. está posicionada em classe *incertae sedis* e agrupa três famílias, Pontismataceae, Sirolpidiaceae e Olpidiaceae s. lat. Esta última família é constituída por um único gênero, *Olpidiopsis* s. lat.

No Brasil, 196 espécies de oomicetos foram relatadas, representando 20% dos registros mundiais, o que representa uma baixa percentagem considerando que o país tem megadiversidade e dimensões continentais (Maia *et al.* 2015) e, deste total, cinco espécies pertencem a *Olpidiopsis*: *O. achlyae* ocorrendo em Minas Gerais, Piauí e São Paulo; *O. braziliensis* e *O. fusiformis* ambas relatadas no Piauí e em São Paulo; *O. saprolegniae* var. *saprolegniae* ocorrendo em Minas Gerais e São Paulo e *O. varians* ocorrendo em São Paulo (Milanez *et al.* 2007, Marano *et al.* 2012).

Na América do Sul, além do Brasil, apenas a Argentina apresenta registros de *Olpidiopsis*, com seis espécies: *O. achlyae*, *O. aphonomyces*, *O. saprolegniae*, *O. pythii*, *O. varians* e *O. vexans* (Marano *et al.* 2012, Steciow *et al.* 2012).

Este artigo é o primeiro exclusivo sobre *Olpidiopsis* no nordeste do Brasil, relata a ocorrência de seis táxons, em três estados, sendo um destes primeiro relato para a América do Sul e outro, para o Brasil. Os táxons encontrados foram descritos, ilustrados, comentados e comparados com descrições de outros autores. São discutidas e propostas novas sinonímias no gênero.

Material e métodos

No estado do Piauí, os estudos foram realizados em quatro áreas. A primeira foi no Parque Nacional de Sete Cidades (04°05'5" a 04°15'5" e 41°30'w a 41°40'w), entre os municípios de Piracuruca e Piripiri, de maio de 1998 a fevereiro de 2000. A segunda área de estudo foi no município de Teresina, na lagoa Piçarreira do Cabrinha (50°64'9.97"S e 42°83'40.73" W), de março de 2011 a junho de 2012. A terceira área de estudo também foi no município de Teresina, no Parque Ambiental Encontro dos Rios, situado nas confluências dos rios Parnaíba e Poti, na região norte da cidade de Teresina (50°50'7.11"S e 42°83'40.27" W), de julho 2013 a janeiro de 2014. A quarta área de estudo foi no município de Pedro II, no Açude Joana, principal manancial de abastecimento da cidade de Pedro II (4°25'56"S e 41° 28' 09"W), de agosto a novembro de 2015.

No estado da Bahia, os estudos foram realizados nos municípios Senhor do Bonfim (10°22'14,4"S e 40°10'51,7"W) e Pilão Arcado (9°58'9,1"S e 42°48'10,4"W), de maio de 2007 a fevereiro de 2008.

No estado do Maranhão, a área de estudo foi no município de Timon, no Parque Natural Municipal Lagoa do Sambico (49°12'24.4"S e 129°16'29.0"W), de junho de 2014 a junho de 2015.

Nos locais de estudo, amostras de água superficiais foram coletadas e depositadas em frascos de vidro (100 ml), juntamente com detritos vegetais e animais. Amostras de solo (200 g) foram coletadas das margens em saco de polietileno. Após a coleta, as amostras de água e de solo foram rotuladas com informações dos pontos de coleta e transportadas para processamento no Laboratório de Micologia (LFZ) da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Os oomicetos foram isolados das amostras de água e de solo, com a adaptação das técnicas de iscagem múltipla e de manutenção de cultura (Shanor 1939, 1940, Fuller & Jawarski 1987; Milanez 1989). De cada amostra de água juntamente com os detritos orgânicos vegetais e animais, foram transferidas alíquotas (30 ml) para placas de Petri (100 x 20 mm) rotuladas com informações do ponto de coleta. Das amostras de solo foram transferidas alíquotas (20 g) para placas de petri (100 x 20 mm) rotuladas com informações do ponto de coleta, e dissolvidas em 30 ml de água destilada esterilizada e, a seguir, decantadas por 30 min. Em todas as placas de Petri preparadas com amostras de água e amostras de solo, foram adicionadas iscas múltiplas constituídas por substratos celulósicos (sementes de *sorgum* sp., palha de milho, celofane e epiderme de cebola), queratinosos (ecdise de cobra, escama de peixe e cabelo) e quitinosos (asa de térmita e exoesqueleto de camarão). Após incubação por sete dias, em temperatura ambiente (30-32 °C), lâminas preparadas com água, detritos orgânicos coletados e os substratos celulósicos, queratinosos e quitinosos foram examinadas ao microscópio óptico (Olympus BX41, Tokyo, Japan) para observação de colonização por oomicetos e verificação de parasitismo. A identificação das espécies parasitas foi realizada consultando literatura especializada (Karling 1942, Johnson *et al.* 2005, Dick 2000, 2001 e outros estudos). Após, foram descritas, ilustradas em câmara clara acoplada a microscópio óptico (Olympus BX41, Tokyo, Japan) e fotografadas (Nikon Coolpix-S4100). As descrições do desenvolvimento dos patógenos foram realizadas com observações aleatórias em sucessivas montagens de lâminas com material de culturas do hospedeiro onde ocorria parasitismo por oomicetos. A classificação taxonômica adotada foi a proposta por Beakes *et al.* (2014) os nomes científicos e a abreviação dos autores seguiu o projeto de dados básicos Species Fungorum (2016). Lâminas semipermanentes foram preparadas com azul de algodão,

lactofenol e espécimes selecionados e depositadas na coleção do laboratório de Micologia, LFZ - UFPI. A manutenção das culturas em estoque do parasita foi realizada com sucessivas transferências para placas de petri com novos substratos e com parasitas em seus hospedeiros originais. Frequentemente, foram adicionadas culturas puras do hospedeiro original para a obtenção de infecções mais vigorosas (Shanor 1940), e mantidas em estufa com demanda de oxigênio (BOD), a 12 °C. A vida útil das culturas estoque é por tempo indeterminado, dependendo da viabilidade dos oósporos preservados dos parasitas e de seus hospedeiros.

Resultados e discussão

Estudos de diversidade de oomicetos foram realizados em sete locais, nos estados da Bahia, Piauí e Maranhão e, entre os oomicetos obtidos, alguns parasitas de quitridiomycetos, glomeromicetos e de outros oomicetos, foram identificados no gênero *Olpidiopsis*, em seis táxons que, segundo a classificação de Beakes *et al.* (2014), pertencem ao reino Stramenipila, filo Oomycota, classe *incertae sedis*, ordem Olpidiopsidales *s. lat.*, família Olpidiopsidaceae *s. lat.*, gênero *Olpisiopsis s. lat.* As espécies relatadas são: *O. achlyae* McLarty, *O. aphanomyces* Cornu, *O. fusiformis* Cornu, *O. karlingae* Karling, *Olpidiopsis* sp1 e *Olpidiopsis* sp2. *O. karlingae* é novo relato para a América do Sul e *O. aphanomyces*, para o Brasil. Os táxons encontrados foram descritos, ilustrados, comentados e comparados com descrições de outros autores. São discutidas e propostas novas sinonímias no gênero.

Estruturas morfológicas receberam denominações variadas nas descrições das espécies de *Olpidiopsis* entre os diversos estudiosos do gênero, como Shanor (1939, 1940), Karling (1942), Sparrow (1960), Dick (2001), dentre outros. Neste trabalho, termos utilizados para denominação de uma mesma estrutura morfológica foram padronizados objetivando uniformizar as descrições. O “talo” é designado micélio (designando o conjunto de células vegetativas de *Olpidiopsis* que se diferenciam em estruturas reprodutivas sexuais e assexuais); os “talos contribuintes” são designados gametângios, onde o “talo receptivo” é designado oogônio e o “talo contribuinte”, “gametângio doador”, “célula masculina” ou “célula companheira” é designado anterídio; e o “esporo de resistência” é oósporo. Em certas ocasiões, especialmente nas descrições das espécies, apenas o oósporo é referido, considerando que é plerótico e que, assim sendo, toma as configurações atribuídas ao oogônio, como por exemplo, os tipos de ornamentações.

O processo de indução de infecção de *Olpidiopsis* nas culturas em estudo obteve pouco ou nenhum resultado positivo. Whiffen (19XX) ou Slifkin (1961 p. 192) observou que acima de 30 °C, *O. incrassata* perdia infectividade e o processo de infecção não ocorria após

o início de formação de zoosporângio e oogônio. A manutenção das culturas a 30-32 °C pode ter limitado o desenvolvimento de *Olpidiopsis* no processo de parasitismo.

Olpidiopsis achlyae McLarty Bull. Torrey Bot. Club. 68:62. 1941.

Figuras 1-5

Olpidiopsis fusiformis f. *achlyae* (McLarty) Ceip

Olpidiopsis fusiformis f. *fusiformis* Cornu

Micélio endobiótico, holocárpico, geralmente causando hipertrofia nas hifas do hospedeiro. Zoosporângio um ou muitos; hialino ou cinza com aspecto granular; muito variável em tamanho e forma, esférico, 20-380 µm diam., oval, fusiforme; liso, liberação de zoósporos por um tubo de liberação. Zoósporos não observados. Oósporo partenogenético ou sexual; hialino; oval, esférico, 30-80 µm diam., marron-claro, endosporo fino, exósporo espesso, 1,5-2 µm coberto com fibrilas finas, 4-8 µm comprimento; conteúdo granular com vários ou apenas um grande glóbulo refrativo. Anterídio quando presente, 1(-3) por oósporo, parede fina, hialino, liso, oval ou esférico. Germinação de oósporo não observada.

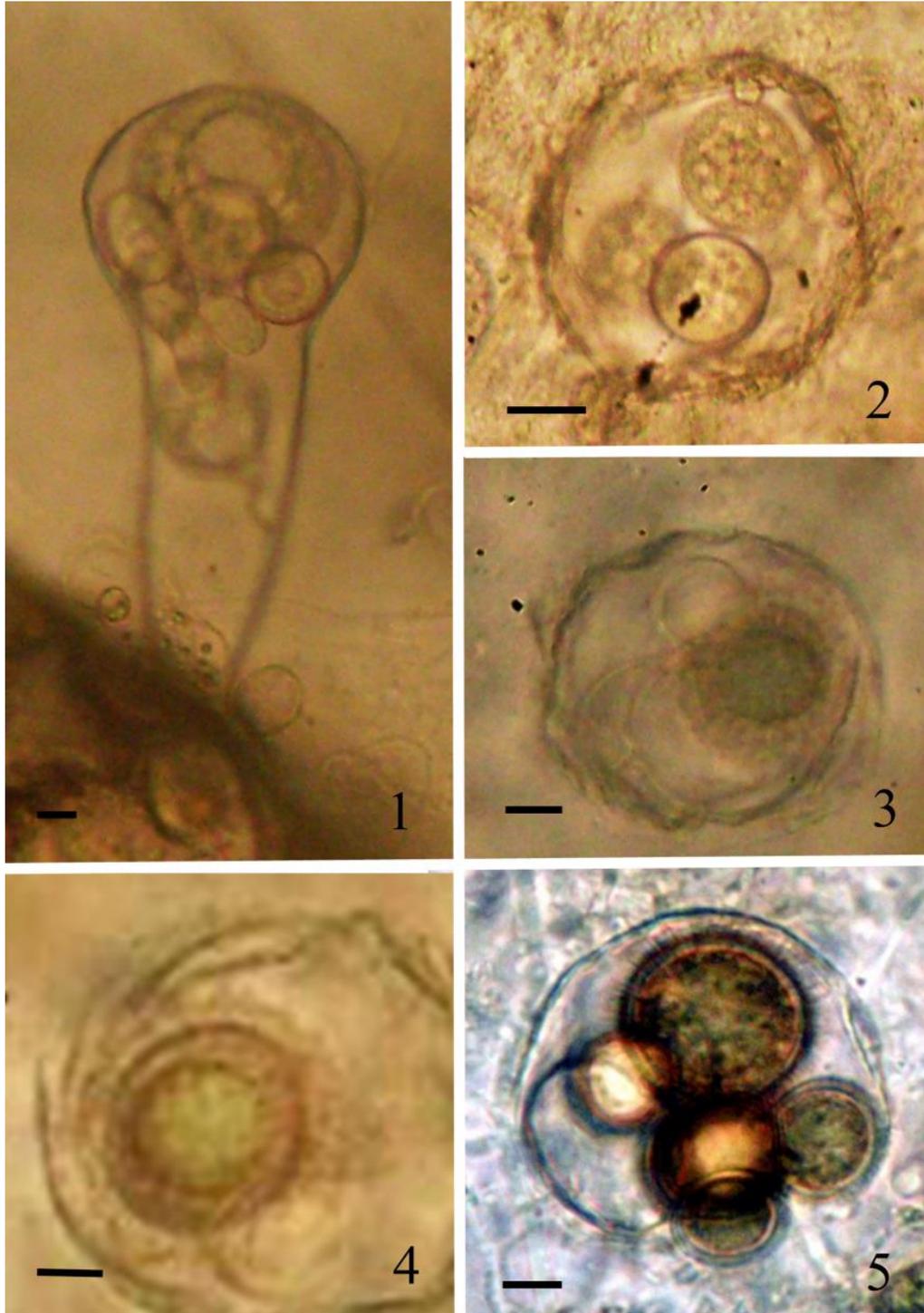
Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Teresina, Parque Ambiental Encontro dos Rios, 25-IX-2013. L.A.Santos (A4/4).

Material suplementar: BRASIL. PIAUÍ: Teresina, Lagoa do Cabrinha. 23-V- 2011. O.C.Trindade-Júnior (s/n, 2011).

Distribuição geográfica no Brasil: MINAS GERAIS, Ingaí (Milanez *et al.* 2008), PIAUÍ: Parque Nacional de Sete Cidades (Rocha 2002); SÃO PAULO: Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), São Paulo (Rogers *et al.* 1970).

Comentários: Hospedeiro original *Achlya flagellata* (McLarty 1941), neste material examinado o hospedeiro foi *Achlya proliferoides* Coker. Na primeira citação para o Piauí, o hospedeiro foi *Achlya diffusa* Harvey ex Johnson and *A. orion* Coker & Couch (Rocha 2002). Em São Paulo, os hospedeiros foram *Achlya* spp., *Dictyuchus* spp. (Pires-Zottarelli, 1999) e *Achlya flagellata* (Rogers *et al.* 1970).

O material examinado concorda com a descrição original. No processo de infecção, *O. achlyae* provocou dilatação de hifas em *A. proliferoides* (Figuras 1-5), com a formação de zoosporângios de formas e tamanhos variados (figura 1). Os zoosporângios apresentaram conteúdo granular (Figuras 1-2).



Figuras 1-5. Estruturas de *Olpidiopsis achlyae* McLarfety produzidas em dilatação de hifas de *Achlya proliferoides* Coker. 1. Zoosporângios de formas e tamanhos variados. 2. Zoosporângios esféricos de conteúdo granular. 3. Oósporo coberto por fibrilas finas e um anterídio vazio. 4. Oósporo com grande glóbulo refrigente central. 5. Oósporos cobertos por fibrilas finas e um zoosporângio ovóide vazio. Barras = 45µm.

Os oósporos formaram fibrilas finas na parede externa (Figuras 3-5) e um grande glóbulo refrigente central (Figura 4), com anterídio esférico (figura 3). Em uma mesma dilatação poderiam ser formados zoosporângios e oósporos (Figura 5).

O. achlyae tem estruturas muito variáveis e pode produzir oósporos com exósporo que podem ser característico de várias espécies do gênero (Karling 1942). Sparrow (1960) concorda com a possibilidade sugerida por McLarty (1941) e Karling (1942) de que esta espécie pode ser referida a *O. fusiformis*. Segundo Karling (1942), é provável que *O. achlyae*, *O. varians*, *O. index* e *O. spinosa* sejam variedades biológicas de *O. fusiformis*, as quais seriam limitadas a hospedeiros particulares, e que todas as espécies de *Olpidiopsis* parasitas de *Achlya* sejam variedades de uma única espécie.

Olpidiopsis aphanomycis Cornu, Annls Sci. Nat., Bot., sér. 5(15): 148. 1872.

Figura 6-11

Pseudolpidium aphanomyces (Cornu) A. Fisch.

Olpidiopsis luxurians Barret

Micélio endobiótico, holocárpico, geralmente causando hipertrofia nas hifas do hospedeiro. Zoosporângio um ou muitos; hialino ou cinza com aspecto granular; esférico, 15-45 µm diam., oval, fusiforme; liso, liberação de zoósporos por um tubo de liberação. Zoósporos 6-8 µm diam. Oósporo partenogênético; hialino; oval, esférico, 13-44 µm diam., endosporo fino, exósporo espesso, 1,5-2 µm coberto com espinhos cônicos, 4-6 µm comprimento; conteúdo granular com um ou mais grandes glóbulos refrativos. Anterídio ausente. Germinação de oósporo não observada.

Material examinado: BRASIL. MARANHÃO: Timon, Parque Natural Municipal Lagoa Sambico, 20-X-2014, J. B Silva (S1/2, S2/2); 23-II-2015, J. B Silva (S2/4, S3/4); 20-V-2015, J. B Silva, (S3/5, A2/5) (ZFBR 152).

Material suplementar: BRASIL. BAHIA: Pilão Arcado, 23-IX-2007, E. P. Rodrigues (s/n). PIAUÍ, Teresina, Lagoa do Cabrinha, 23-V- 2011, O.C.Trindade-Júnior (s/n).

Distribuição geográfica no Brasil: MARANHÃO: Timon e BAHIA: Pilão Arcado. Primeiros registros da espécie para o Brasil. Este novo registro estende a distribuição geográfica de *O. aphanomycis* para a América do Sul, onde o único registro do táxon era para Buenos Aires, Argentina (Steciow *et al.* 2012).

Comentários: A gama de hospedeiros é variada para *O. aphanomycis*, como *Aphanomyces laevis* (Butler & Bysby 1931, Staniak 1971), *Aphanomyces cladogamus* (Whiffen 1942) e *Pythium monospermum* (Upadhyay & Palni 2009). O hospedeiro neste estudo foi *Aphanomyces keratinophilus* no Maranhão e *Pythium* sp., na Bahia.

Os isolados examinados apresentaram estruturas com dimensões compatíveis com a variação observada por Cornu (1872), Karling (1944) e Sparrow (1960). No processo de infecção, o parasita produz células vegetativas globulares dispersas na hifa do hospedeiro, migrando para as extremidades onde são formados os zoosporângios e oogônios do hospedeiro. Subsequentemente, estruturas reprodutivas assexuais do parasita se desenvolvem dentro dos zoosporângios ou oogônios do hospedeiro (figura 6). Os zoosporângios do parasita podem ser solitários ou múltiplos, com parede lisa, hialino ou cinza, com aspecto granular; geralmente esférico, apresentando um tubo de liberação que se estende através da parede do hospedeiro (figuras 7-9). Oósporo hialino; oval, esférico; parede externa (exospore) coberta com espinhos cônicos de 2-4 µm de comprimento (figuras 7-11); conteúdo granular com um ou mais glóbulos refrativos.

A diagnose original de Cornu (1872) para *O. aphanomycis* é muito restrita, cita apenas “zoosporângios esféricos, solitários ou em grupos de três ou mais em dilatações terminais ou intercalares na hifa do hospedeiro, com um único tubo de liberação. Zoósporos e oósporos não observados”. Posteriormente, Dangeard (1890) atribuiu a este táxon um isolado que apresentava oósporo com espinhos e era parasita de *Aphanomyces* sp e de *Pythium* sp. e não apresentava anterídio. Karling (1942) colocou *O. luxurians* Barret em sinonímia com *O. aphanomycis* Cornu, e redefiniu a diagnose do táxon inserindo as características de zoósporos, oósporos e anterídios de *O. luxurians*. Nesta redefinição de *O. aphanomycis*, Karling incluiu zoosporângios com espinhos, além dos lisos, característica não relatada por outros autores e que não consta na diagnose original de *O. luxurians*. Neste estudo, nenhum zoosporângio com espinhos foi observado e estes apresentavam um único tubo de liberação, diferente do descrito por Sparrow (1960) que cita zoosporângios com um ou dois tubos de liberação; e de Karling (1942) que cita zoosporângio com um a vários tubos de liberação.

Do mesmo modo, neste estudo, apenas espinhos foram observados no oósporo (figuras 7-11), e nenhuma verruga, como citam Karling e Sparrow. Barret (1912) também não cita formação de verrugas no oósporo em *O. luxurians*. Os oósporos foram hialinos e nenhum se apresentou marron, como relatado por Karling, e questionado por Sparrow, quando cita [... resting spore... (brownish?) wall...]. Nenhum anterídio foi observado neste estudo, diferentemente da redefinição da espécie *sensu* Karling e *sensu* Sparrow. Apesar de citar oósporo sem anterídio, o primeiro autor também inclui a ocorrência de um a três por oósporo; e o segundo autor de apenas um anterído por oósporo. Sparrow (1960), baseado em suas próprias observações, incluiu a formação de anterídio na sua redefinição de *O. aphanomycis*, mas manteve *O. luxurians* um táxon válido, sem entrar em sinonímia com *O. aphanomycis*

como o fez Karling. Atualmente, em projeto referencial para nomenclatura taxonômica, a sinonímia proposta por Karling é aceita (Species Fungorum 2016).

Olpidiopsis fusiformis Cornu, Monogr. Saprolegn.: 147. 1872.

Figuras 12-17

Pseudolpidium achlyae Viégas & Teixeira **sin. nov.**

Pseudolpidium fusiforme (Cornu) A. Fisch.

Olpidiopsis fusiformis var. *oedogonium* Sorokin

Olpidiopsis oedogonium (De Wild.) Scherff.

Olpidiopsis fusiformis var. *fusiformis* Cornu

Olpidiopsis minor A. Fisch.

Olpidiopsis braziliensis Sparrow **sin. nov.**

Micélio endobiótico, holocárpico, geralmente causando hipertrofia nas hifas do hospedeiro. Zoosporângio um ou muitos, incolor, liso ou coberto por espinhos ou cerdas finas ou espessas, variável em tamanho e forma, fusiforme, elipsóide ou alongado, 12-62 x 30-300 µm, com 1(-3) tubos de liberação que atravessam a parede da hifa hospedeira. Zoósporos hialinos, com numerosos pequenos grânulos refringentes, ovóides, 3-4 µm. Oósporo esférico ou elipsóide, 16-55 x 8-62 µm, hialino, com um glóbulo refringente, parede espessa, coberta com protuberâncias espinhosas, de base estreita ou larga. Anterídio 1-2 por oósporo, ovais ou esféricas, parede fina, hialina, lisa. Germinação de oósporo não observada.

Material examinado: BRASIL. PIAUÍ: Parque Nacional de Sete Cidades, 26-XI-1999, J. R. S. Rocha (S2/7).

Distribuição geográfica no Brasil: SÃO PAULO: Cubatão (Pires-Zottarelli 1999), São Paulo (Rogers et al. 1970, Milanez et al. 1995).

Comentários: A espécie foi citada pela primeira vez para o Brasil, no estado de São Paulo, parasitando hifas de *Achlya bisexualis* e *Achlya* sp. (Rogers et al. 1970). Possivelmente, este estudo se constitui no primeiro relato desta espécie parasitando hifas de *Achlya diffusa*. Ocorreu em *Achlya flagellata* (Khulbe 1979) e em *Achlya americana* (Upadhyay & Palni, 2009).

As estruturas de *O. fusiformis* produzidas em dilatação de hifas de *Achlya diffusa* foram iniciadas com o micélio do parasita constituído por várias células de tamanhos e formas diversas (Figura 12) e, posteriormente com o amadurecimento, houve a produção de oósporo de parede lisa (Figura 13 e 16) e de parede com espinhos de base larga (figuras 16 e 17). As medidas dos espécimes concordam com Rogers *et al.* (1970) e Milanez *et al.* (1995) e são

maiores que as citadas por Pires-Zottarelli (1999), zoosporângio 11-57 μm x 9-22 μm e oósporos 30-41 μm diâm. Existe evidente variação de características do zoosporângio e do oósporo, que divergem grandemente entre os autores. Sparrow (1960) cita oósporo incolor, enquanto Karling (1942) cita castanho-claro. O primeiro autor cita um anterídio sempre presente. O segundo, cita a formação de um a três, ou nenhum anterídio. Estas discordâncias dificultam a delimitação da espécie.

Sparrow (1960) transferiu *Pseudolpidium achlyae* Viégas e Teixeira para *Olpidiopsis* sob o binômio taxonômico *O. braziliensis* Sparrow (grafado com z, o que foi adequado em Species Fungorum (2016) para *O. brasiliensis*). Este táxon, por apresentar oósporo de parede lisa e um anterídio, foi relacionado a *O. saprolegniae*. Entretanto, os resultados de estudos realizados por Shanor (1940), considerando o critério de especificidade de hospedeiro, demonstraram ser *O. saprolegniae* confinada a parasitar apenas *Saprolegnia* e *Isoachlya*.

Por este motivo, Sparrow manteve *O. braziliensis*, que é parasita de *Achlya*, como uma entidade taxonômica distinta.

P. achlyae apresenta todas as suas características morfológicas dentro das possibilidades de variações de *O. fusiformis*, inclusive, oósporos de parede lisa, o principal caráter diagnóstico da espécie, além de hospedeiro comum a ambos os táxons. Neste estudo, ocorreu a formação de oósporo de parede lisa, ao lado de oósporos de parede coberta com espinhos (Figuras 13 e 16), demonstrando a plasticidade morfológica de *O. fusiformis*. Neste aspecto, *P. achlyae* se apresenta apenas como uma manifestação de parte da amplitude morfológica de *O. fusiformis*, tem todas as suas características comuns a ambas as espécies, por isso foi colocado em sinonímia com este último táxon, neste trabalho, conseqüentemente, também *O. braziliensis* Sparrow entrou em sinonímia com o mesmo táxon.

Olpidiopsis karlingae Karling. Mycologia 41(3): 271. 1949.

Figuras 18-21.

Cornomyces karlingae (J. S. Karling) M. W. Dick **sin. nov.**

Micélio endobiótico, holocárpico, não causando hipertrofia no zoosporângio do hospedeiro. Zoosporângio um ou muitos, hialino, parede lisa, esférico, 12-110 μm , oval, oblongo, piriforme, ligeiramente angular quando pressionado por outros zoosporângios; um tubo de liberação de zoósporos, simples, curto, 6-10 μm x 12-18 μm , que atravessa a parede da célula do hospedeiro. Zoósporos com muitos grânulos. Oósporo um ou vários formados no interior do zoosporângio do hospedeiro, esférico, 8-25 μm , oval, oblongo, com parede lisa,

hialina, espessa, 1.5-2 μm , protoplasma granular com um ou mais vacúolos. Anterídio ausente. Germinação de oósporo não observada.

Material examinado: BRASIL. BAHIA: Senhor do Bonfim. 23-IX-2007, E. P. Rodrigues & A. A. Cronemberger (S/2).

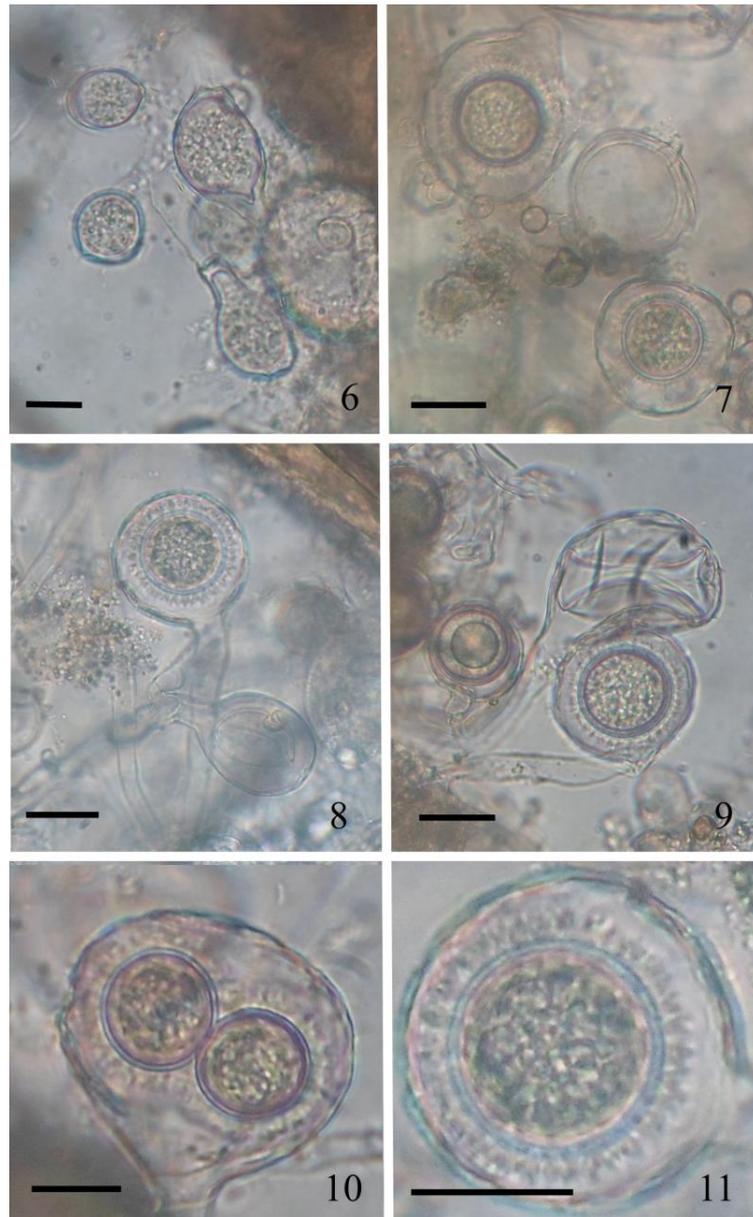
Distribuição geográfica no Brasil: BRASIL. BAHIA: Senhor do Bonfim. Primeiro registro para a América do Sul.

Comentários: Parasita em *Karlingiomyces rosea* (de Bary & Woronin) A. Fisch.

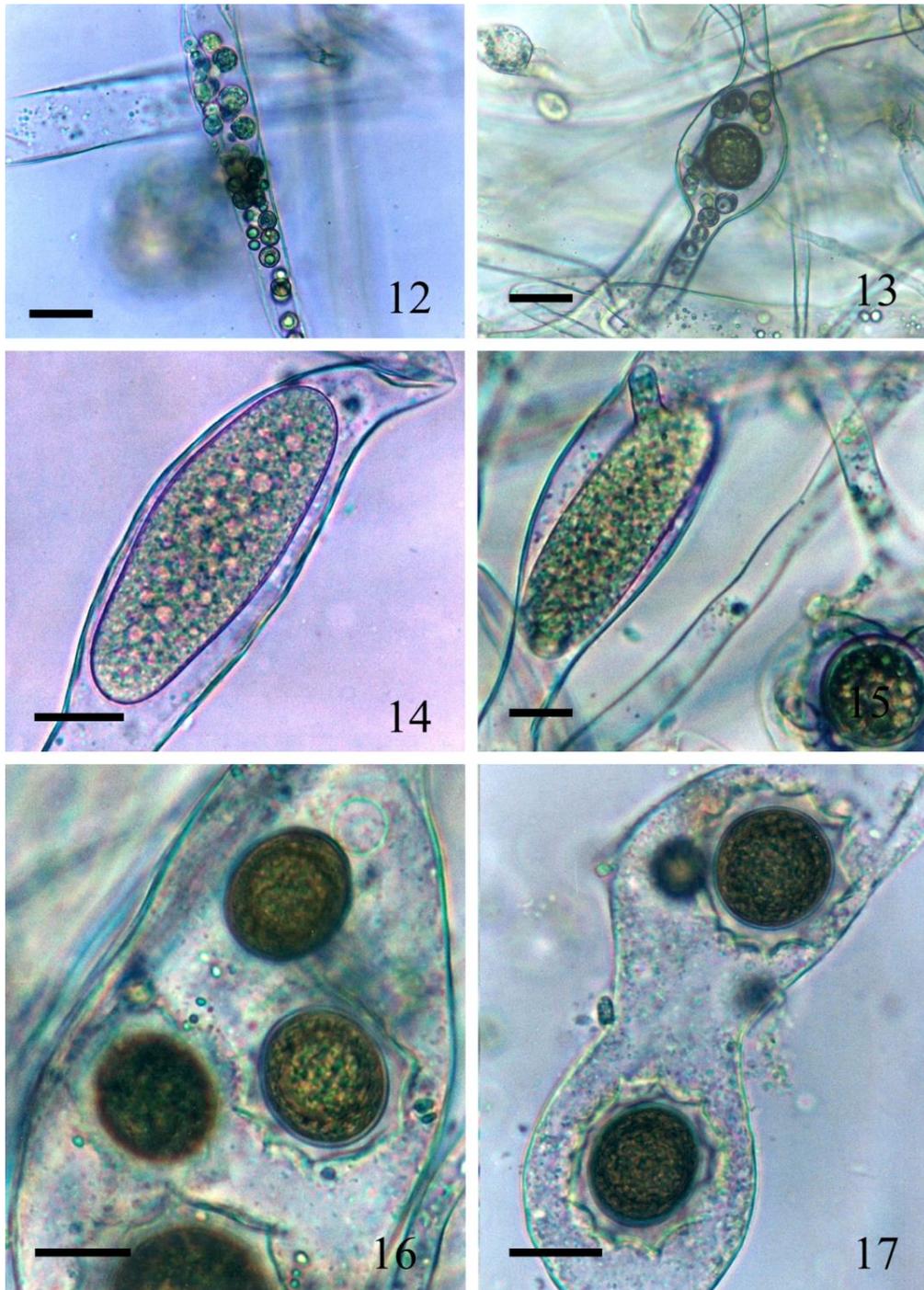
O método de infecção e desenvolvimento do parasita dentro do hospedeiro é fundamentalmente similar a aquele de outras espécies de *Olpidiopsis*, estágios iniciais de infecção no rizomicélio do hospedeiro (Figura 18). Os zoósporos entram em repouso na célula do hospedeiro e transferem o seu conteúdo para o interior do protoplasma do hospedeiro. Os zoósporos tornam-se vazios e desaparecem, semelhante ao observado na descrição original (Karling 1949) (Figura 20) . Assim como os zoosporângios, os oósporos podem ocorrer solitários ou em grande número na célula do hospedeiro (figura 19-20) (karling 1949). Houve a formação de grande oósporo de parede lisa e espessa com conteúdo granular (figuras 20-21).

Geralmente, em *R. rosea* não ocorre nenhum evidente alargamento do zoosporângio do hospedeiro (Figuras 18-21), especialmente, no caso de única infecção quando é formado um único oósporo do parasita.

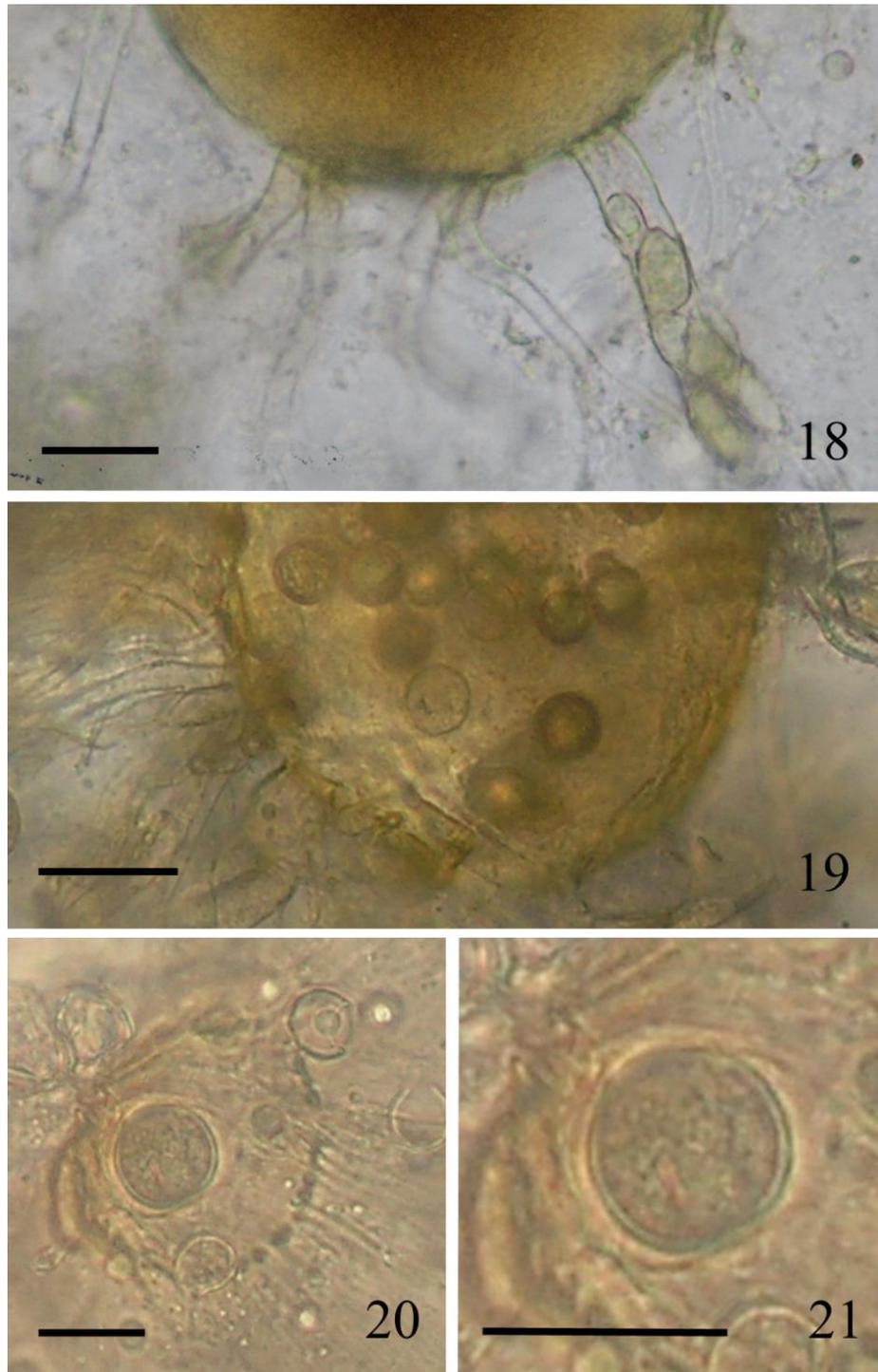
O. karlingae, segundo Dick (2001), deve ser removido de *Olpidiopsis sensu stricto* porque é a única espécie conhecida no gênero a parasitar quitridiomicetos; apresenta o zoósporo relativamente muito grande em relação às outras espécies no gênero, com volume maior que 300 μm^3 ; não tem anterídio e não exibe fibrilas externas no oósporo. Emtretanto, Dick (2001) considera que o parasita não se enquadra completamente em nenhum gênero, mas, poderia ser mais próximo de outro parasita de quitrídia, *Petersenia catenophlyctis* Sundaram, que fora transferido para *Cornomyces* sob o binômio *C. catenophlyctis* (B. M. Sundaram) M. W. Dick, e para o qual *O. karlingae* também fora transferido, sob o binômio *C. karlingae* (J. S. Karling) M. W. Dick. Neste esquema taxonômico de Dick, *Cornomyces* é um gênero *incertae sedis* e *C. karlingae* é uma “espécie duvidosa”.



Figuras 6-11. Estruturas de *Olpidiopsis aphanomycis* Cornu produzidas em dilatação de hifas de *Aphanomyces keratinophilus* (M. Ôkubo & Kobayasi) R. L. Seym. & T. W. Johnson. 6. Zoosporângios de tamanhos e formas diversas com conteúdo granular. 7. Zoosporângio esférico vazio com curto tubo de liberação e dois oósporos cobertos por espinhos com conteúdo granular. 8. Oósporo coberto por espinhos com conteúdo granular e um zoosporângio vazio com curto tubo de liberação. 9. Oogônio com oósporo do hospedeiro, íntegros. Um zoosporângio vazio. Um oósporo coberto por espinhos com conteúdo granular. 10. Dois oósporos coberto por espinhos com conteúdo granular e parede espessa, na mesma dilatação de hifa. 11. Oósporo coberto por espinhos com conteúdo granular e parede espessa. Barras = 45µm.



Figuras 12-17. Estruturas de *Olpidiopsis fusiformis* Cornu produzidas em dilatação de hifas de *Achlya orion* Coker & Couch. 12. Micélio do parasita com várias células de tamanhos e formas diversas com conteúdo granular. 13. Micélio do parasita com diversas células de tamanhos e formas variadas com conteúdo granular e um oósporo de parede lisa. 14. Zoosporângio oblongo com conteúdo granular. 15. Zoosporângio com conteúdo granular e tubo de liberação. 16. Oósporo de parede lisa com um anterídio vazio e outros oósporos cobertos com espinhos de base larga, em uma mesma dilatação de hifa. 17. Dois oósporos coberto por espinhos de base larga, com conteúdo granular e parede espessa. Barras = 45µm.



Figuras 18-21. Estruturas de *Olpidiopsis karlingiae* Karling produzidas em *Rhizophlyctis rosea* (de Bary & Woronin) A. Fisch. 18. Estágios iniciais de infecção no rizomicélio do hospedeiro. 19. Diversos oósporos com conteúdo granular e parede espessa no zoosporângio do hospedeiro. 20. Grande oósporo com conteúdo granular e parede espessa no zoosporângio do hospedeiro. 21. Oósporo de parede lisa e espessa com conteúdo granular. Barras = 45µm.

Em *Cornumyces* M. W. Dick há reprodução sexuada por oogônio, entretanto, o anterídio “não é bem conhecido” (Dick 2001). Em *O. karlingae* não foi observada a formação de anterídio.

No Brasil são citadas *Cornumyces destruens* (Sparrow) M. W. Dick (= *Lagenidium destruens* Sparrow) e *C. irregulares* (Const.) M. W. Dick (= *Olpidiopsis irregulares* Const.; *Petersenia irregulares* (CConst.) Sparrow (Milanez *et al.*).

A série de hospedeiros das espécies de *Olpidiopsis* naturalmente tende a aumentar e a se diversificar à medida que prosseguem os estudos do gênero (Shanor 1940). Dentro desta perspectiva, a ocorrência de *Olpidiopsis* em novos hospedeiros, como quitridiomicetos, é aceitável. A não formação de anterídios pode ocorrer em *Olpidiopsis*, como em *O. aphanomyces* ; ou não apresentar fibrilas, como em *O. braziliensis*, não sendo critérios suficientes para exclusão de *O. karlingae* de *Olpidiopsis* como propôs Dick (2001).

Segundo Sekimoto *et al.* (2008b, 2009), o esquema de classificação de Dick (2001) não foi baseado em nenhum dado ultraestrutural ou molecular, mas, apenas considerando a série de hospedeiros das espécies, o que é discutível como critério taxonômico.

Neste contexto, a remoção de *O. karlingae* para *Cornumyces* não contribui para maior esclarecimento de suas relações filogenéticas e do seu posicionamento taxonômico. Assim, neste estudo, *O. karlingae* foi mantida em *Olpidiopsis*, permanecendo no gênero de acordo com a classificação de Sparrow (1960) e *C. karlingae* (J. S. Karling) M. W. Dick colocado em sinonímia.

Olpidiopsis sp1

Figuras 22-26

Micélio endobiótico, holocárpico, não causando hipertrofia evidente em vesícula ou esporo do hospedeiro. Zoosporângio um ou vários, hialino, parede lisa, esférico, 5-40 µm, com um tubo de liberação de zoósporos, que se projetam através da superfície da célula do hospedeiro. Zoósporos não observados. Oósporo partenogênético, único ou vários, esférico, 10-30 µm, excluindo os espinhos, oval, podendo ocorrer simultaneamente com zoosporângios, contendo um glóbulo refrativo recoberto por uma camada de protoplasma vacuolar; endósporo 0,5-1 µm de espessura; exósporo 1,5-2,5 µm de espessura, coberto por espinhos de até 4 µm de comprimento. Anterídio ausente. Germinação do oósporo não observada.

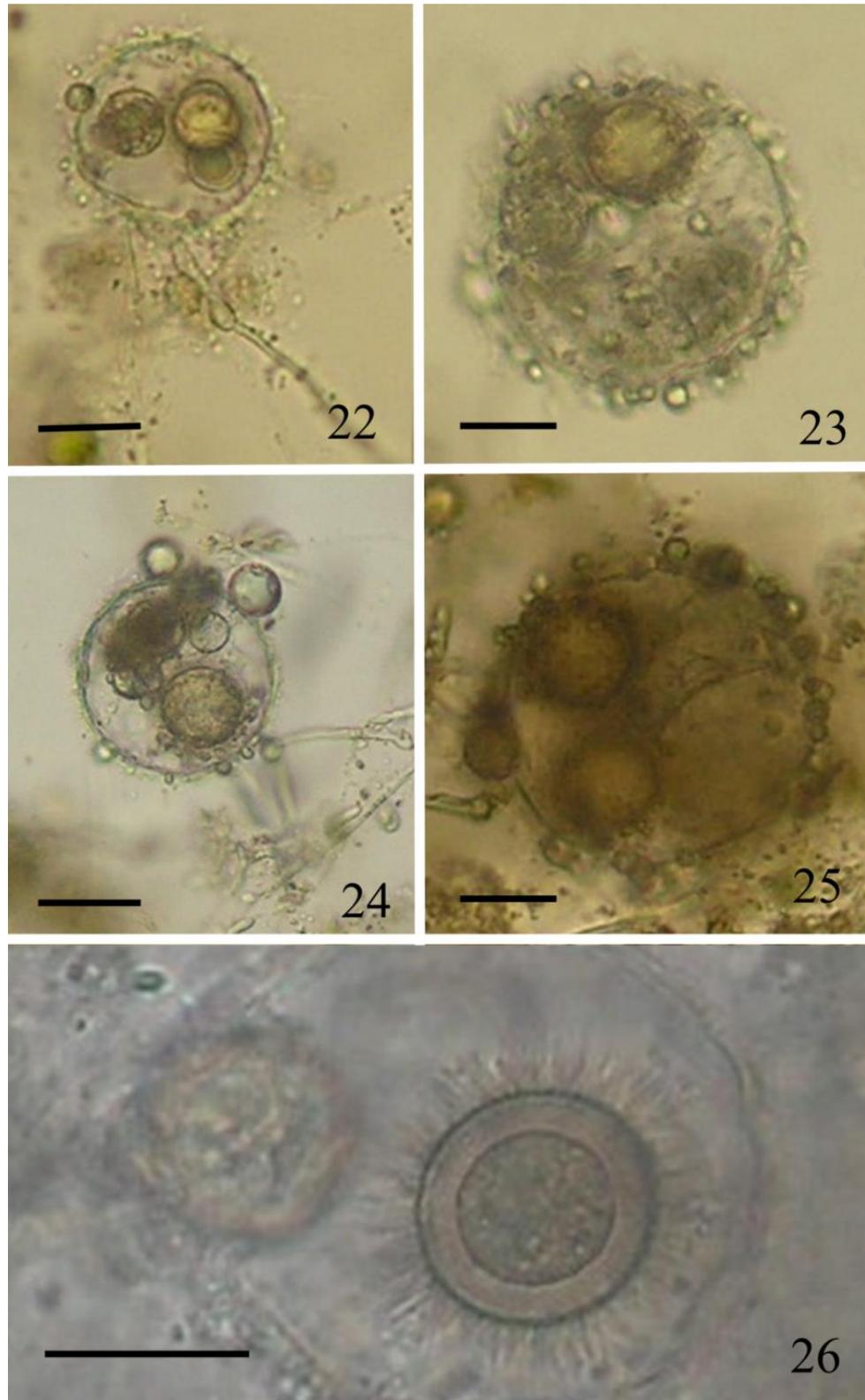
Material examinado: BRASIL. BAHIA: Pilão Arcado, 23-IX-2007, E. P. Rodrigues; A. A. Cronemberguer (S/N).

Distribuição geográfica no Brasil: táxon inespecífico.

Comentários: *Olpidiopsis* sp1 produziu estruturas vegetativas e reprodutivas em vesículas e esporos de *Glomus* sp. Oósporos foram encontrados juntos com zoosporângios de tamanhos variados em um mesmo esporo do hospedeiro (Figura 22). 23. Vários zoosporângios, geralmente esféricos, produzidos em um mesmo esporângio (Figuras 23-25). Oósporo de parede muito espessa, coberto com fibrilas longas (Figura 26), destacam este espécime e a espécie mais próxima considerando aspectos morfológicos é *Olpidiopsis gracilis*. Whiffen (1942) observou em *O. gracilis* endósporo com 0,7-1,2 µm de espessura e exósporo com 1,7-2,5 µm de espessura, concordando com as medidas observadas neste estudo.

Dick (1997) criou o gênero *Gracea* com organismos holocárpicos, endobióticos, endoparasitas obrigatórios de Peronosporomycetidade, com reprodução assexual por zoosporângios e reprodução sexual homotática, anterídio ausente; oogônio com ou sem fibrilas externas; oósporo plerótico, e transferiu *O. gracilis* para este novo gênero. Reunindo parte de características dos gêneros *Olpidiopsis* M. Cornu [*pro parte tipo excluso*] e de *Pseudolpidium* A. Fisch [*pro parte tipo excluso*], Dick (1997) erigiu o gênero *Gracea* M. W. Dick e, segundo este esquema taxonômico, *Gracea* tem posição *incertae sedis* e é intermediário entre Olpidiopsidales e Rozellopsidales, constituído por duas espécies: *Gracea waterhouseae* (Karling) M. W. Dick, originada com a combinação de *Rozellopsis waterhouse* Karling, e *Gracea gracilis* (E. J. Butler) M. W. Dick, que já havia sido transferida por Karling (1942) de *Pseudolpidium gracile* E. J. Butler para *Olpidiopsis gracilis* (E. J. Butler) Karling.

Neste contexto, a transferência de *O. gracilis* para *Gracea*, um gênero de posição taxonômica incerta, não contribuiu para um melhor posicionamento taxonômico para *O. gracilis* em relação ao que anteriormente se encontrava.



Figuras 22-26. Estruturas de *Olpidiopsis* sp1 produzidas em esporos de *Glomus* sp. 22. Esporo com zoosporângios e oósporo. 23. Esporo com zoosporângios (figuras 23-25). 24. Esporo com zoosporângios. 25. Esporo com zoosporângios. 26. Esporo com um oósporo de parede muito espessa, coberto com fibrilas longas. Barras = 45 μ m.

Embora o isolado neste estudo não possa ser confirmado em *O. gracilis* e, conseqüentemente nem em *G. gracilis*, por razão do hospedeiro ser diferente do hospedeiro original dos citados táxons, o isolado apresenta características análogas a *O. gracilis*, tais como, ser holocárpico, endobiótico, endoparasita, com reprodução assexual por zoosporângios e reprodução sexual homotática, célula companheira ausente; oogônio com fibrilas externas e oósporo plerótico.

Originalmente, *O. gracilis* foi observado em *Pythium intermedium*, na França, provocando dilatações na hifa do hospedeiro.

Em teste de variedade de hospedeiros, Pemberton *et al.* (1990) observaram que vinte espécies de *Pythium* e duas de *Phytophthora* foram infectadas por *O. gracilis*. A ocorrência de *Olpidiopsis* em um hospedeiro diferente daqueles de descrições de espécies existentes, neste estudo, justificaria a descrição de uma nova espécie de *Olpidiopsis*, entretanto, enquanto não se suprir novas descrições com dados genéticos moleculares, além dos dados morfológicos (e ecológicos), o que não foi possível neste estudo, é prudente evitar novas descrições apenas com correlações morfológicas com as espécies já descritas e seus hospedeiros conhecidos.

***Olpidiopsis* sp2.**

Figura 27-32

Micélio endobiótico, holocárpico, não causando hipertrofia nos em vesículas ou esporos do hospedeiro. Zoosporângio um a vários, geralmente oval, esférico 15-30 µm, elipsoide, variável em tamanho; parede lisa, hialina, um tubo de liberação de zoósporos, cilíndrico, 3-17 µm de comprimento. Zoósporos não observados. Oósporo esférico, 13-30 µm, com um ou mais glóbulos refrigentes, parede do exósporo hialina, lisa, espessa, 1,5-3,5 µm em espessura. Anterídio não observado.

Material examinado: BRASIL. PEDRO II: Açude Joana, 25-IV-2016, J. L. Machado (S/N).

Distribuição geográfica no Brasil: táxon inespecífico.

Comentários: *Olpidiopsis* sp2 parasitou vesículas e esporos de *Glomus* sp. O zoosporângio tem um tubo de liberação de zoósporos que atravessa a parede do esporo do hospedeiro (Figura 27-28) 29. No esporo do hospedeiro podem ser produzidos vários zoosporângios globosos e esféricos, apresentando conteúdo granular (Figuras 29-32) O oósporo produzido tem parede espessa, lisa e conteúdo granular (Figura 32).

O táxon com maior semelhança a este espécime foi *Olpidiopsis indica* G. C. Srivast. Este isolado não causou dilatação em *Glomus*. Os zoosporângios são similares *O. indica* em

forma, quantidade e tamanho. Em *O. indica* apresentam zoosporângios de 17-24m diâm., parede lisa, hialina, tubo de liberação cilíndrico; Esporo de resistência com parede lisa, hialina, 1,7-3,4m original. Apresentam anterídio. Mas, neste isolado não foi possível distinguir anterídio, se existiam, de zoosporângio, porque possivelmente ambas estruturas podem apresentar tamanho e forma semelhantes.

O hospedeiro original de *O. indica* foi *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz., na Índia, causando dilatações esféricas ou globosas na hifa ou elementos lobulados do hospedeiro. A parede lisa do oósporo é uma característica apresentada que poucas espécies do gênero apresentam. *O. indica* tem a presença de um a três anterídios por oósporo de parede lisa.

Para erigir a espécie *O. indica*, Srivastava (1975) considerou a critérios de classificação adotados por Sparrow (1960), na qual as duas características principais de espécies de *Olpidiopsis* eram a identidade do hospedeiro e a morfologia do exósporo do oósporo.



Figuras 27-32. Estruturas de *Olpidiopsis* sp2 produzidas em vesículas e oósporos de *Glomus* sp. 27. Zoosporângio com tubo de liberação atravessado a parede do esporângio do hospedeiro, antes da liberação de zoósporos. 28. Zoosporângio com tubo de liberação atravessado a parede do esporo do hospedeiro, vazio, após a liberação de zoósporos. 29. Esporo com zoosporângios. 30. Esporo com zoosporângios globosos e esféricos, conteúdo granular. 31. Esporo com zoosporângios globosos e esféricos, conteúdo granular. 32. Esporo com zoosporângios e um oósporo de parede espessa, lisa, e conteúdo granular. Barras = 45µm.

Conclusão

A monofilia do gênero *Olpidiopsis* foi questionada por Dick (2001) e por Sekimoto *et al.* (2008b, 2009), considerando que as espécies marinhas de *Olpidiopsis* nunca formam oósporos; enquanto que as espécies terrestres e de água doce produzem estas estruturas. São imprescindíveis estudos filogenéticos moleculares no gênero *Olpidiopsis* para elucidar as relações filogenéticas entre as espécies oospóricas e as não oospóricas.

Segundo Dick (1997), a filogenia é a estimação de passos e a sequência desses passos que conduzem para a biodiversidade. A filogenia é determinada por probabilidade estatística, baseada em informações disponíveis e adequadas para análise. A filogenia não está sujeita a provas científicas. A concordância entre diferentes e independentes critérios pode fornecer probabilidades muito fortes de afinidade e sequência de passos evolucionários, mas, permanecem como probabilidades. Os dados moleculares não podem ser o único árbitro dos agrupamentos filogenéticos e da hierarquia, os quais devem ser baseados em diversos e independentes critérios.

Inicialmente, foi pressuposto que a inabilidade de infecção de uma espécie de *Olpidiopsis* em um hospedeiro original de outra espécie de *Olpidiopsis* seria uma indicação de diferenças fisiológicas de valor na diagnose das espécies parasitas (Whiffen 1942). Em estudo de suscetibilidade de hospedeiros, Shanor (1940) observou que *Achlya proliferoides* é muito suscetível a *O. varians*, mas é imune a *O. fusiformis*. Por outro lado, *Achlya klebsiana* é suscetível a *O. fusiformis* e não a *O. varians*. Esta seletividade de hospedeiros foi entendida como definidas diferenças fisiológicas que podem existir dentro de grupos os quais espécies mostram relações morfológicas muito próximas.

Estudos com *Olpidiopsis* demonstraram claramente que o número, a forma e tamanho dos zoosporângios, como também as características dos espinhos, verrugas nos oósporos são altamente variáveis e de pouco valor diagnóstico em distinguir espécies similares (Shanor 1940, Karling 1942, Srivastava 1975). Entre *O. varians* e *O. achlyae*, por exemplo, considerando estas características citadas, é impossível uma diagnose bem definida e por esta razão Karling (1942) considerou temporária a classificação de algumas espécies neste gênero. As espécies parasitas de *Saprolegnia*, segundo o mesmo autor, poderiam ser reunidas sob uma única denominação, *O. saprolegniae* Cornu, colocando as outras espécies em sinonímia (Karling 1942).

Um conjunto de determinadas características são consideradas diagnósticas de uma dada espécie de *Olpidiopsis*. Mas, neste conjunto, existem características que podem ocorrer em outras espécies, havendo uma intercessão entre as características comuns a várias delas.

Esta condição de apresentarem características comuns poderia ser entendida como variações morfológicas de um mesmo táxon. Assim, segundo Karling (1942), *O. fusiformis*, *O. achlyae* e *O. varians* seriam um complexo de espécies, ou precisamente, apenas expressões de um único táxon, inclusive, porque podem parasitar *Achlya flagellata* um hospedeiro comum às três espécies.

O hospedeiro original foi considerado um caráter diagnóstico das espécies de *Olpidiopsis*, o que se refletia na denominação das novas espécies ressaltando a associação do parasita com seu hospedeiro original, assim, *O. achlyae*, *O. saprolegniae*, *O. aphanomyces*, *O. pythii*, *O. karlingae*, etc. e até na denominação de espécies de ambiente marinhos recentemente descritas foi mantido este procedimento, *O. porpohyrae*, *O. bostrychiae*, *O. pyropiae*, etc.

Geralmente, é rara a disponibilidade de referências de sequências moleculares de parasitas zoospóricos heterotróficos, especialmente os endobióticos holocárpicos. Uma razão é que vários desses conhecidos parasitas são biotróficos, os quais não podem se desenvolver sem seus hospedeiros (Gleason *et al.* 2014). No estudo de organismos zoospóricos heterotróficos, o uso de métodos de iscagem com substratos orgânicos e posterior isolamento, permitem observação direta com subsequente identificação desses organismos usando características morfológicas (Sime-Ngando 2012). Estes métodos são importantes porque permitem entender como os parasitas interagem com seus hospedeiros, descrever seus ciclos de vida e analisar as interações com seus hospedeiros (Gleason *et al.* 2014).

A classificação destas espécies baseada em características morfológicas deve ser considerada muito especulativa (Fletcher *et al.* 2015). A posição filogenética das espécies de *Olpidiopsis* através de estudos moleculares deve ser considerada o caminho para expandir o conhecimento deste gênero altamente diverso. Porém, a análise genética tem sido realizada em somente poucas espécies. As poucas espécies terrestres ou de água doce para as quais se tem disponível alguma informação sobre ultraestrutura são *O. saprolegnia* (Bortnick *et al.* 1985) e *O. varians* (Martin & Muller 1986a, 1986b, 1986c), e quatro espécies marinhas, *O. prophyrae* (Sekimoto *et al.* 2008a), *O. bostrychiae* (Sekimoto *et al.* 2009), *O. feldmanni* (Fletcher *et al.* 2015) e, mais recentemente, *O. pyropiae* (Klochkova *et al.* 2016). Todas as seis espécies conhecidas de *Olpidiopsis* que foram descritas como endoparasitas de algas marinhas vermelhas apresentam morfologia muito simples, são holocárpicas e não oospóricas, nenhum estágio sexual foi relatado para alguma destas espécies de ambiente marinho. A identificação das novas espécies marinhas recentemente descritas, além das características morfológicas, requereu estudos filogenéticos moleculares e de microscopia de transmissão

para garantir a identidade das mesmas (Klochkova *et al.* 2016, Sekimoto *et al.* 2009, Fletcher *et al.* 2015).

AGRADECIMENTOS

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão de bolsa a Joseane Lustosa Machado e Janete Barros da Silva. Ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq- UFPI pela concessão de bolsa a Edilson Páscoa Rodrigues (2009-2010) e Leilane de Abreu Santos (2011-2012). Ao Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semi-Árido PPBIO, pela bolsa ITI-A, concedida a Áurea Aguiar Cronemberger (2007-2008). Aos estagiários do Laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí, pelo auxílio na manutenção das culturas.

Referências

BOSCO, S. M.G.; BAGAGLI, E.; ARAÚJO JR, J. P.; CANDEIAS, J. M. G.; FRANCO, M. F.; MARQUES, M. E. A.; MENDOZA, L.; CAMARGO, R. P.; MARQUES, S. A. Human pythiosis, Brazil. **Emerging Infections Diseases**, v. 11, n.5, 2005.

CORNU, MM., 1872. Monographie des Saprolegniées. Étude physiologique et systématique. Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Série 5, 15: 5-198.

DICK, MW., 2001. Straminipilous fungi: systematics of the Peronosporomycetes including accounts of the marine Straminipilous Protists, the Plasmodiophorids and similar organisms. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. 670pp.

FULLER, MS. and JAWORSKI, A., 1987. Zoosporic fungi in teaching and research. Southeastern Publishing Corporation, Athens, GA. xxPP

JOHNSON, TW JR., SEYMOUR, RL. and PADGETT, DE., 2002. Biology and the systematics of the Saprolegniaceae. Ilumina. Available from: <http://dl.uncw.edu/digilib/biology/fungi/taxonomy%20and%20systematics/padgett%20book>.

KARLING, JS., 1942. The simple holocarpic biflagellate Phycomycetes, including a complete host index and bibliography. New York City, 148 p.

KARLING, JS., 1960. **Parasitism among the Chytrids. II. Chytri...**

KIRK, PM., CANNON, PF., MINTER, DW. and STALPERS, JA., 2008. Dictionary of fungi. 10 ed. CABI Publishing, Wallingford.

Maia, L.C. & Carvalho, A.A. 2015. Fungos. *In*: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB120629> (acesso em: **03-VIII-2016**).

MARANO, AV., BARRERA, MD., STECIOW, MM., DONADELLI, JL. and SAPARRAT, CMN., 2008. Frequency, abundance and distribution of zoosporic organisms from Las Cañas stream (Buenos Aires, Argentina). *Mycologia* vol. 100, p. 691–700.

Milanez, A.I. 1989. Fungos de águas continentais. *In*: O. Fidalgo & V.L. Bononi, (coords.). Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. Série Documentos. Instituto de Botânica, São Paulo, pp. 17-20.

Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A. & Gomes, A.L. 2007. Brazilian zoosporic Fungi. Conselho Nacional de Pesquisa, São Paulo: Ed. São Paulo. 117 p. (*Oliveira, J.M. 2004. Diversidade de fungos zoospóricos da “Reserva do Boqueirão”, Ingaí, MG. Monografia apresentada ao Centro Universitário de Lavras, Minas Gerais. 83p.*)

NSONGA, A., MFITILODZE, W., SAMUI, KL. and SIKAWA, D., 2013. Epidemiology of Epizootic Ulcerative Syndrome in the Zambezi River System. A case study for Zambia. *Human & Veterinary Medicine*, Vol 5, no. 1, p. 1-8.

Pereira, A.A. & Rocha, J.R.S. 2008. *Pythium* (Phytiaceae): três novos registros para o nordeste do Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 33: 347-350.

Pires-Zottarelli, C.L.A. 1999. Fungos zoospóricos dos vales dos rios Moji e Pilões, região de Cubatão, SP. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro, São Paulo. 300p.

Pires-Zottarelli, C. L. A. & Rocha, J.R.S. 2010. Pythiales. *In*: Forzza, R.C. Stehmann, J.R. Nadruz, M. Costa, A. Carvalho Jr, A.A. Walter, B.M.T. Bicudo, C. Moura, C.W.N. Zappi, D. Peralta, D.F. Costa, D.P. Barros, F. Martinelli, G. Lima, H.C. Prado, J. Baumgratz, J.F.A. Pirani, J.R. Sylvestre, L.S. Maia, L.C. Lucia G. Lohmann, L.G. Paganucci, L. Alves, M.V.S. Mamede, M.C.H. Soares, M.L. Morim, M.P. Barbosa, M.R. Menezes, M. Evangelista, P.H.L.

Viana, P.L. Goldenberg, R. Secco, Rodrigues, R.R.S. Cavalcanti, T. Mansano, V. Souza, V.C. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. (orgs.). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estudio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Vol. 1, p. 106-110.

Rocha, J.R.S. 2002. Fungos zoospóricos em áreas de cerrado no “Parque Nacional de Sete Cidades”, Piauí, Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, USP, São Paulo, SP. 266p.

Rocha, J.R.S.; Milanez, A.I. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2001. O gênero *Pythium* (Oomycota) em área de cerrado no “Parque Nacional de Sete Cidades”, Piauí, Brasil. *Hoehnea* 28(3): 209-230.

Rocha, J.R.S. & Macedo, M.A.M. 2015. First record of *Brevilegnia longicaulis* Johnson (Saprolegniales) in Brazil. *Current Research in Environmental & Applied Mycology* 5(2): 78–81.

Rocha, J.R.S. 2006 - Filos Chytridiomycota e Oomycota. *In: A. M. Giullietti (Ed.). Diversidade e caracterização dos fungos do semi-arido. Recife. Associação Plantas do Nordeste. pp. 75-95.*

Rocha, J.R.S., Milanez, A.I. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2001 - O gênero *Pythium* (Oomycota) em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. *Hoehnea* 28(3): 209-230. .

Rocha, J.R.S., Silva, S.V., Santos, L.S., Dias, L.P., Rodrigues, E.P., Batista Filho, D.M., Feitosa Júnior, F.S. & Barbosa, R.D. 2010a. Pitiose cutânea equina: primeiro relato de caso no Piauí. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária* 15(50): 24-27.

Rocha, J.R.S., Rodrigues, E.P., Silva, H.S.V.P., Sousa, L.M.A. & Barros, B.S.V. 2010b. Distribuição geográfica de *Aphanodictyon papillatum* Huneycutt ex Dick (Saprolegniales) no Brasil. *Acta Botanica Malacitana* 35: 171-176.

Rocha, J.R.S., Silva, S.V., Santos, L.S., Dias, L.P., Rodrigues, E.P., Batista Filho, D.M., Feitosa Júnior, F.S. & Barbosa, R.D. 2010a. Pitiose cutânea equina: primeiro relato de caso no Piauí. *Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária* 15(50): 24-27.

Rocha, J.R.S., Sousa, N.D.C., Santos, L.A., Pereira, A.A., Negreiros, N.C., Sales, P.C.L. & Trindade Júnior, O.C. 2014. The genus *Pythiogeton* (Pythiogetonaceae) in Brazil. *Mycosphere* 5(5): 623–634

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

Scott, W.W., 1961. A monograph of the genus *Aphanomyces*. Virginia Agricultural Experiment Station. Blacksburg, VA. Technical Bulletin vol. 151, p. 1–95.

Shearer, C.A., Descals, E., Kohlmeyer, B., Kohlmeyer, J., Marvanova, L., Padgett, D., Porter, D., Raja, H.A., Schmit, J.P., Thorton, H.A. & Voglymayr, H. 2007. Fungal biodiversity in aquatic habitats. *Biodiversity Conservation* 16: 49–67.

Sparrow, J. 1960. *Aquatic Phycomycetes*. 2.ed. Ann Arbor, University of Michigan Press 1187 p.

Species fungorum. 2016. www.speciesfungorum.org.

STANIAK, J., 1971. Investigations on aquatic fungi in Lubelskie Province. *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska, Ser. C* vol. 26, p. 353-379.

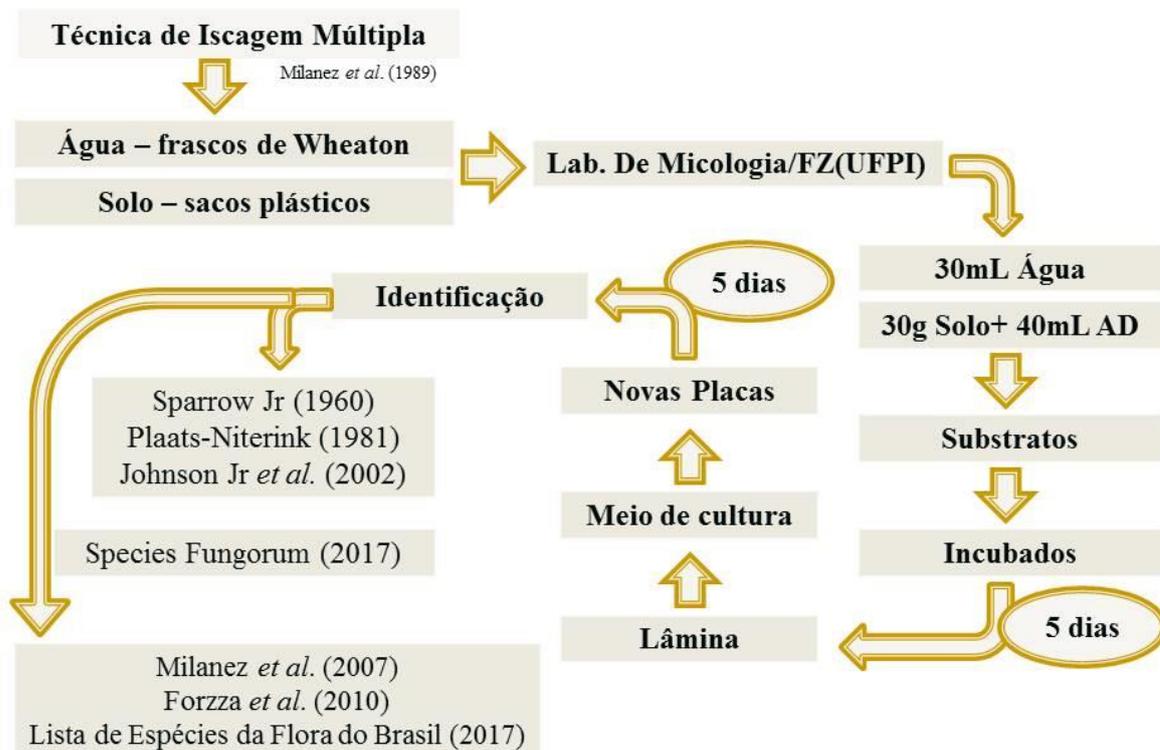
Steciow, M.M., Milanez, A.I., Pires-Zottarelli, C.L.A., Marano, A.V., Lecther, P.M. & Vélez, C.G. 2012. Zoosporic true fungi, heterotrophic straminipiles and plasmodiophorids status of knowledge in South America. *Darwiniana* 5(1).

Trindade-Junior, O.C. & Rocha, J.R.S. 2013. *Brevilegnia linearis* Coker (Saprolegniales, Oomycota, Fungi): um novo registro para o Brasil. *Pesquisas, Botânica* 64: 341-345.

APÊNDICE F – Organograma do Método de Iscagem Múltipla

Oomicetos (Oomycota) no Complexo Açude Joana, Pedro II, PI, Brasil

Metodologia



ANEXO A – Normas: Pesquisas-Botânica

1. PESQUISAS publica trabalhos de investigação científica e documentos inéditos em línguas de uso corrente na ciência.

Aceita artigos sobre: Amazônia, Cerrado, Nordeste, Floresta Atlântica e Floresta Mista com Araucária

2. Os autores são os únicos responsáveis pelas opiniões emitidas nos trabalhos assinados.

3. A publicação de colaborações espontâneas depende da aprovação da Comissão Editorial e todos os artigos serão avaliados pelo Conselho Científico e por Consultores Externos.

4. Os artigos devem ser redigidos em plataforma compatível com Microsoft Word (DOC ou RTF), com fonte Arial, corpo 10, parágrafos justificados à esquerda e à direita, espaço entre as linhas simples, em folha tamanho A4.

5. O artigo deve conter Resumo no mesmo idioma, 3 palavras-chave, além de uma versão em inglês do resumo (Abstract), nos mesmos padrões, e 3 Keywords.

6. Figuras, em preto e branco ou tons de cinza, devem ser indicadas no texto, e remetidas em anexo, fora do texto, na seqüência em que aparecem, em formato JPG ou CDR – versão 12 ou anteriores, com resolução mínima de 300 dpi (pontos por polegadas). Largura máxima: 12cm; altura máxima 16cm. Figuras coloridas serão submetidas à avaliação do Editor.

7. As tabelas e os gráficos (em preto e branco) sem fundos coloridos ou sombreados, dados em caixa baixa, sem negritos, a não ser para algum destaque ocasional e muito importante, compatível com a plataforma Microsoft Excel (XLS). Podem estar inclusos no texto, e deverão ter largura máxima da mancha de texto, sempre com orientação da página no formato retrato. O dados, no corpo da tabela, deverão estar em fonte Arial, corpo 08, podendo os títulos estarem em Arial corpo 10.

8. As legendas das figuras devem ser inseridas após as referências bibliográficas.

9. O título do trabalho sintético e em caixa alta, com o nome de gêneros e espécies em itálico e os nomes dos grupos sistemáticos a que pertencem entre parêntesis.

10. Logo abaixo do título, o nome do(s) autor(es), com a indicação da titulação máxima, instituição, endereço e e-mail, em nota de rodapé. Não haverá outras notas de rodapé em todo o texto.

11. Todos os subtítulos em caixa baixa e negrito.

12. No corpo do texto serão escritos em itálico os nomes científicos (gênero e espécie), as palavras estrangeiras e latinas, quando aplicável. Evitar o uso do negrito.

13. As citações bibliográficas, no texto, serão feitas de acordo com o seguinte modelo: Cronquist (1981); (Cronquist, 1981:81); ou (Barroso, 1978; Cronquist, 1981). No caso de mais de três autores: Holmgren *et al.*, (1990). Somente as obras citadas no texto constituirão as referências bibliográficas.

14. Na listagem das obras citadas no texto os sobrenomes dos autores são escritos em caixa alta, títulos de livros, revistas e/ou coletâneas em itálico, as diversas palavras dos títulos em minúscula, com as devidas exceções para línguas estrangeiras. Embora na grafia das revistas e coletâneas se possam usar as abreviações da World List of International Scientific Periodicals, é preferível usar os títulos sem abreviar.

a. Modelo para citar livro:

RAMBO, B. 1956. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ª ed. Porto Alegre, Livraria Selbach.

b. Para artigo de revista:

MARCHIORETTO, M.S. 1989. A família Phytolaccaceae no Rio Grande do Sul. *Pesquisas, Botânica* 40:25-67.

c. Para documentos On-line:

ARNT, F.V. *As pinturas rupestres como testemunho de ocupação pré-colonial em Tibagi, Paraná*. Disponível em <http://www.anchietano.unisinos.br/tibagi.htm>. Acesso em 25 abr. 2005.

5. Os artigos devem ser remetidos via correio eletrônico para o endereço revistabotanic@unisinos.br.

Em ambos os casos será confirmado o recebimento do artigo via correio eletrônico.

ANEXO B – Normas: Gaia Scientia

O período de submissão de manuscritos será de 01 de março a 30 de novembro de cada ano. Submissões fora deste período serão rejeitadas de imediato. A Gaia Scientia a partir de seu número de 2016 passará a cobrar uma taxa de publicação, a qual pode ser paga utilizando o pag seguro que encontra-se no rodapé da página principal. Deve ser enviada uma carta de anuência com a assinatura do autor principal e de todos os co-autores, evidenciando assim a concordância na submissão do artigo.

Artigos. Os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes:

1. Título;
2. Resumo, Abstract e Resumen (escrito em sequência, com até 250 palavras ou menos, sem abreviações), com suas respectivas palavras-chave, keywords e palabras clave; O resumo é OBRIGATÓRIO nos 3 idiomas;
3. Introdução;
4. Material e Métodos;
5. Resultados e Discussão (o autor pode optar por separar ou unir estes itens);
6. Agradecimentos (quando necessário, fica a critério dos autores);
7. Conclusão e;
8. Referências.

Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais. Todos os trabalhos na área da Etnobiologia e Etnoecologia são obrigados a apresentar as informações do Comitê de Ética.

Preparação de originais

FORMATAÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol, mas a revista recomenda a publicação em inglês. Devem ser preparados em espaço simples, fonte Times News Roman, tamanho 11, com folha A4 (210 x 297 mm), obedecendo todas as margens com 2,5 cm. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos. **Tamanho dos artigos.** Os artigos devem ter no máximo 30 laudas. Artigos sucintos e cuidadosamente preparados, têm preferência tanto em termos de impacto, quando na sua facilidade de leitura. **Tabelas e ilustrações.** Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas e fotografias. A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada. **Figuras digitalizadas.** As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato .TIF ou .PNG e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm.

As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em .RTF ou em WORD para Windows. **Agradecimentos (opcional).** Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas,

assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Abreviaturas. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, NÃO podem ser citados no texto e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras.

As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais.

A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências.

ARTIGOS

García-Moreno J, Clay R and Ríos-Munoz CA. 2007. The importance of birds for conservation in the neotropical region. **Journal of Ornithology**, 148(2):321-326.

Pinto ID e Sanguinetti YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. **Anais Academia Brasileira Ciências**, 56:207-215.

Posey DA. 1983. **O conhecimento entomológico Kayapó: etnometodologia e sistema cultural Anuário Antropológico**, 81:109-121.

LIVROS E CAPÍTULOS DE LIVROS

Davies M. 1947. **An outline of the development of Science**, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

Prehn RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: **National Cancer Conference, 5**, Philadelphia Proceedings ..., Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

Uytenbogaardt W and Burke EAJ. 1971. **Tables for microscopic identification of minerals**, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

Woody RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: Blouts ER et al. (Eds), **Peptides, polypeptides and proteins**, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

OUTRAS PUBLICAÇÕES

International Kimberlite Conference, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

Siatycki J. 1985. **Dynamics of Classical Fields**. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 55 p. Preprint n. 600.

ANEXO C – Normas: REDE (Revista Eletrônica do PRODEMA)

Diretrizes para Autores

Os trabalhos para publicação nos periódicos da REDE - Revista Eletrônica do Prodepa deverão ser inéditos na íntegra e sua publicação não deve estar pendente em outro local. Uma vez aceito o artigo considera-se licenciado para a REDE com exclusividade para o veículo digital, pelo prazo de duração dos direitos patrimoniais do autor.

Tipos de artigos aceitos

Artigos originados por pesquisas - trabalhos resultantes de pesquisas original (dissertações, tese, grupos de pesquisas), cujo texto deve ser inédito na íntegra e ter um mínimo de 10 e máximo de 15 páginas (A4).

Os artigos deverão ser encaminhados para a Revista com as seguintes características:

Estrutura dos artigos

- Folha: A4
- Editor de texto: Word for Windows
- Margens: esquerda e superior de 3 cm; direita e inferior de 2 cm
- Fonte: Times New Roman, tamanho 12
- Parágrafo: 1,0 cm
- Espaçamento: simples
- Alinhamento: justificado
- A minuta do artigo deve ter, no máximo, 2MB

Primeira página

- Título, em maiúsculas e negrito (português e inglês) e centralizado
- Resumo em português, com até 150 palavras, justificado, espaço simples e seguido, logo abaixo, de três palavras-chaves
- Abstract, com até 150 palavras, justificado e seguido, logo abaixo, de três key words

Conteúdo dos artigos

- Introdução (incluindo neste item os objetivos da pesquisa e revisão de literatura, que seja capaz de dialogar com os resultados apresentados)
- Metodologia
- Resultados e discussões
- Conclusões
- Referências

Referências: constar apenas o que foi citado no corpo do texto. As referências completas deverão ser apresentadas em ordem alfabética, de acordo com as normas da ABNT (NBR 6023, 2002), seguindo o padrão AUTOR (DATA), no final de todo o texto com o título de Referências. **Ilustrações:** serão consideradas ilustrações os mapas, esquemas, fluxogramas, fotografias, gráficos, mapas, organogramas, plantas e quadros, que devem ser numeradas consecutivamente e inseridas no texto com a extensão ".jpg", resolução mínima de 300 "dpi" e nitidez características de interesse. Os títulos das figuras devem ser colocados na parte inferior, com a primeira palavra em maiúsculas, seguida de seu número de ordem de ocorrência no texto, em algarismo arábico, do respectivo título e fonte. Ex.: Figura 1: Mapa de Fortaleza. **Tabelas:** as tabelas apresentam informações tratadas estatisticamente, conforme IBGE (1993). O Título situa-se na parte superior da tabela, seguida de seu número de ordem de ocorrência e fonte, na parte inferior. Sua posição deve constar no próprio texto e estar referenciada.

Agradecimentos: poderão ser mencionados no final do artigo.

Tipo de fomento: Financiamento existente para a realização da pesquisa

ANEXO D – Normas: Desenvolvimento e Meio Ambiente

A Desenvolvimento e Meio Ambiente publica trabalhos em português, inglês, espanhol e francês. Os artigos devem ser enviados em sua língua original, sendo obrigatório título, resumo e palavras-chave na língua original, em português e inglês. Devem ser digitados em OpenOffice ou MS Word, em tamanho de folha A4, margens superior e inferior de 2,5 cm e esquerda e direita de 3,0 cm, com 1,5 de espaço entre linhas, fonte Times New Roman tamanho 12, texto alinhado à esquerda e todas as páginas numeradas.

As tabelas e figuras devem estar numerados em algarismos arábicos, com legendas em fonte tamanho 10 e inseridos ao longo do texto, no primeiro ponto conveniente após sua primeira menção.

Os títulos das seções devem estar numerados em algarismos arábicos, destacados em negrito (ex. 1. Introdução), e as subseções, em qualquer nível, numeradas e apenas em itálico. Os artigos e ensaios não podem passar de 30 páginas, as resenhas de 5 páginas e as conferências de 20 páginas, incluindo figuras, tabelas, quadros e referências.

A estrutura dos artigos e ensaios deve ser a seguinte:

- a) Título na língua original, português e inglês.
- b) Resumo (com no máximo 300 palavras) na língua original, português e inglês, acompanhados de três a cinco palavras-chaves em cada um dos idiomas.
- c) Introdução.
- d) Corpo do artigo, com as seções julgadas pertinentes pelos autores.
- e) Agradecimentos (opcional).
- f) Referências.

Citações e referências

Deve-se evitar a citação de monografias, dissertações, teses, resumos e artigos completos publicados em anais de eventos, bem como relatórios de difícil acesso. Sempre que houver um número de DOI, indicá-lo ao final da referência. No caso de artigos sem DOI, mas, disponíveis em endereços eletrônicos de revistas de livre acesso, indicar o link (“Disponível em: link”) ao final da referência.

As citações e referências devem seguir exemplos abaixo. As citações devem estar ordenadas pelo ano. Exemplos para as citações: “segundo Deléage (2007), Toledo & Barrera-Bassols (2009) e Pinheiro et al. (2010)...”; (Deléage, 2007; Toledo & Barrera-Bassols, 2009; Pinheiro et al., 2010); (Moran, 1994, p. 17); (Deléage, 2007a; 2007b). A lista de referências deve estar em ordem alfabética dos autores.

Livro

Vinha, V. (Org.). Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

Capítulo de livro

Faria, C. A. P. de. A multidisciplinaridade no estudo das políticas públicas. In: Marques, E.; Faria, C. A. P. de F. (Orgs.). A política pública como campo multidisciplinar. São Paulo: Editora Unesp; Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, p.11-21, 2013.

Artigos de periódico

Gadda, T. M. C.; Marcotullio, P.

J.Changes

In Marine Seafood Consumption in Tokyo, Japan. Desenvolvimento e Meio Ambiente, 26, 11-33, 2012. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/made/article/view/26043/19669>

Walker, P. A. Political ecology: where is the politics? Progress in Human Geography, 31(3), 363-369, 2007. doi:10.1177/0309132507077086

Documentos em formato eletrônico

MCT-Ministério da Ciência e Tecnologia. Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de

Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo, 2007. Disponível em:<www.mct.gov.br/upd_blob/7844.pdf>. Acesso em: jan. 2008.

Constituição, Leis, Decretos e Resoluções

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. 11. ed. São Paulo, At lasm 1998.