



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - MODALIDADE LICENCIATURA

Carleusa de Macedo Vieira Caetano

**ESTUDO DA FAMÍLIA SAPROLEGNIACEAE (OOMYCOTA): Aplicação da Bacia
do Guaribas**

PICOS

2013

Carleusa de Macedo Vieira Caetano

**ESTUDO DA FAMÍLIA SAPROLEGNIACEAE (OOMYCOTA): Aplicação da Bacia
do Guaribas**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Piauí,
Campus, Senador Helvídio Nunes de Barros,
como requisito parcial para a obtenção do grau
de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Me. Paulo César Lima Sales

PICOS

2013

Eu, **Carleusa de Macedo Vieira Caetano**, abaixo identificado(a) como autor(a), autorizo a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação abaixo discriminada, de minha autoria, em seu site, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, a partir da data de hoje.

Picos-PI, 20 de maio de 2013.

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí

Biblioteca José Albano de Macêdo

C128e Caetano, Carleusa de Macedo Vieira.

Estudo da família saprolegniaceae (oomycota): aplicação da Bacia do Guaribas / Carleusa de Macedo Vieira Caetano. – 2013.

CD-ROM : il. ; 4 ¾ pol. (52 p.)

Monografia(Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí. Picos-PI, 2013.

Orientador(A): Prof. MSc. Paulo César Lima Sales

1. Oomicota. 2. Família Saprolegniaceae. 3. Bacia do Guaribas. I. Título.

CDD 574.07

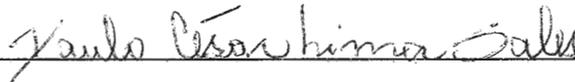
Carleusa de Macedo Vieira Caetano

**ESTUDO DA FAMÍLIA SAPROLEGNIACEAE (OOMYCOTA): Aplicação da Bacia
do Guaribas**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal do Piauí,
Campus, Senador Helvídio Nunes de Barros,
como requisito parcial para a obtenção do grau
de Licenciado em Ciências Biológicas.

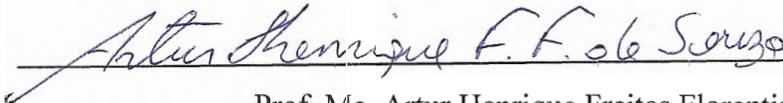
Aprovado em 11 / 04 / 2013

BANCA EXAMINADORA:



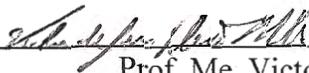
Prof. Me. Paulo César Lima Sales – Orientador

Universidade Federal do Piauí (UFPI)



Prof. Me. Artur Henrique Freitas Florentino de Souza

Universidade Federal do Piauí (UFPI)



Prof. Me. Victor de Jesus Silva Meireles

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

DEDICATÓRIA

A pessoa mais especial deste mundo, meu esposo **Leonardo**, por todo amor, carinho, compreensão e incentivo, pelos momentos de angústias e preocupações causados por mim, pelas minhas ausências durante a realização deste trabalho, dedico-lhe essa conquista com gratidão e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças e iluminando meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida;

À meu orientador **Me. Paulo César Lima Sales** que dedicou muito do seu tempo me orientando, embora tivesse outros trabalhos a resolver. Obrigada pelos ensinamentos, atenção, amizade e dedicação ao longo deste período. Pelas valiosas orientações, tanto as que serviram para a realização da pesquisa como aquelas que servirão para a vida;

Aos meus Pais, **Antonio Carlos e Raimunda**, que me deram toda a estrutura para que me torna-se a pessoa que sou hoje. Pela confiança e pelo amor que me fortalece todos os dias.

Á meu esposo **Leonardo**, que vivenciado comigo passo a passo todos os detalhes deste trabalho, ter me ajudado, durante toda, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito, por ter me aturado nos momentos de estresse, e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

As amigas do curso, **Rafaela, Raquel, Rhayla Tárcylla, Josângela e Luzilene** por todos os momentos que juntos compartilhamos e por ter suportado todas as minhas lamentações durante estes quatro anos;

Aos meus amigos e familiares, pelo carinho e pela compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse realizado meu eterno AGRADECIMENTO.

“...plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores. E você aprende que realmente pode suportar... que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida!”

William Shakespeare

RESUMO

O filo Oomycota compreende um grupo de organismos polifiléticos, também conhecidos como fungos aquáticos. São cosmopolitas e apresentam representantes parasitas de plantas e animais de interesse econômico, sendo a saprolegniose a principal doença acometida em peixes e crustáceos por espécies da família Saprolegniaceae. A presente pesquisa teve como objetivo fazer uma revisão da família Saprolegniaceae no que tange a seus aspectos morfológicos, reprodutivos, bem como descrever a saprolegniose no que se refere a seu histórico e aos principais táxons a ela relacionados. A pesquisa também objetivou aplicar os métodos pesquisados para coleta, isolamento e identificação de representantes da família Saprolegniaceae. A revisão da família foi realizada por meio de literatura específica. Após a revisão foram executadas duas coletas de água e solo, uma às margens do Rio Guaribas e outra na Barragem de Bocaina. Os espécimes foram coletados, isolados e identificados ao microscópio óptico. Concluiu-se que para a identificação dos táxons dentro da família Saprolegniaceae é necessário que o pesquisador tenha domínio dos aspectos morfológicos e terminológicos específicos do grupo e que há na Bacia do Guaribas representantes da Família nesses ambientes, com os gêneros *Aphanomyces* e *Achlya*, fazendo-se necessário estudos para o levantamento das espécies, principalmente as de interesse econômico.

Palavras Chave: Oomicota. Família Saprolegniaceae. Revisão.

ABSTRACT

The phylum Oomycota comprises a polyphyletic group of organisms, also known as aquatic fungi. They are cosmopolitan and have representatives parasites of plants and animals of economic interest, and the saprolegniose the main disease in affected fish and shellfish species by family Saprolegniaceae. This study aimed to review the family Saprolegniaceae with regard to their morphological, reproductive, and describe saprolegniose with regard to its history and major taxa related to it. The survey also aimed to apply the methods surveyed for collection, isolation and identification of family representatives Saprolegniaceae. A revision of the family was performed using specific literature. After reviewing two collections were performed in water and soil, one on the Guaribas River and one on the Bocaina Dam. The specimens were collected, isolated and identified by optical microscopy. It was concluded that for the identification of taxa within the family Saprolegniaceae is necessary that the researcher has the field of morphology and terminology specific of the group and that there is in Guaribas Basin representatives of the family in these environments, with the genus *Aphanomyces* and *Achlya*, making it necessary to perform studies to survey the species, especially those of economic interest.

Keywords: Oomycota. Family Saprolegniaceae. Revision.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Município de Picos e visão aérea da região estudada com localização dos pontos de coleta P1 e P2.....	22
Figura 2-	Barragem do Município de Bocaina e visão aérea da região estudada com localização dos pontos de coleta P1 e P2.....	23
Figura 3-	Esporângio maduro da saprolegniacea.....	30
Figura 3.1-	<i>Dictyuchus</i> sp. Representação de alguns zoósporos escapando das papilas de saída.....	32
Figura 4-	Ciclo de vida da saprolegniacea.....	35
Figura 5-	Origem do ramo anteridial na Saprolegniaceae.....	38
Figura 6-	Tipos de Oósporo na Saprolegniaceae.....	39
Figura 7-	<i>Aphanomyces leavis</i> :.....	42
Figura 8-	<i>Achlya</i> sp.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OOMICETOS	14
2.1	Características Gerais	14
2.2	Modo de vida	14
3	FAMÍLIA SAPROLEGNIACEAE	16
3.1	Características gerais	16
3.2	Reprodução	17
3.2.1	REPRODUÇÃO ASSEXUADA	17
3.2.2	REPRODUÇÃO SEXUADA	17
3.3	Parasitismo e Importância Econômica	18
3.3.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PARASITISMO	19
3.3.2	DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA	19
3.3.3	PARASITISMO NO LAGOSTIM	20
3.3.4	PARASITISMO EM CARANGUEJO	20
3.3.5	PARASITA DE ASQUELMINTOS	21
4	MATERIAIS E MÉTODO	22
4.1	Caracterização da área de coleta	22
4.2	Coleta e isolamento de oomicetos	23
4.3	Análise dos espécimes isolados	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	Saprolegnose	26
5.1.1	HISTÓRICO	26
5.1.2	IMPACTOS ECONÔMICOS	27
5.1.3	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	27
5.1.4	SINTOMAS DA SAPROLEGNIOSE	29

5.1.5 FATORES DE PREDISPOSIÇÃO À SAPROLEGNIOSE	30
5.1.6 INFECCÃO CONCORRENTE.....	30
5.1.7 ESTRESSE AMBIENTAL.....	30
5.2 Família Saprolegniaceae: reprodução e terminologia	31
5.3 Reprodução	31
5.3.1 REPRODUÇÃO ASSEXUADA.....	31
5.4 Parasitismo.....	34
5.5 Reprodução sexuada	35
5.6 Metodologia para Saprolegniaceae.....	37
5.7 Coletas	37
5.7.1 Isolamento e Purificação.....	37
5.7.2 Identificação	38
5.7.3 Cultura	41
5.8 Família Saprolegniaceae na Bacia do Guaribas	41
5.8.1 Gênero <i>Aphanomyces</i> de Bary, Jahrb. Wiss. Bot. 2:178. 1860.....	42
5.8.2 Gênero <i>Achlya</i> Nees von Esenbeck, Nova Acta Phys.-Med. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.11:514.1823.....	43
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
GLOSSÁRIO	50

1 INTRODUÇÃO

Os oomicetos apresentam como principal característica a produção de células reprodutoras flageladas denominadas zoósporos. O filo é composto por apenas uma classe, Oomycetes, alternativamente denominada de Peronosporomycetes. Atualmente, a classe é formada por seis ordens, onde se estima que agrupem entre 800 a 1.000 espécies (DICK, 2001; WEBSTER; WEBBER, 2007). Uma recente revisão de Oomycota considerou o grupo como pertencente ao Reino Chromista (BEAKES; SEKIMOTO, 2009).

Nos oomicetos, os zoósporos apresentam dois flagelos, um liso e outro franjado, localizados posteriormente no zoósporo, nos quais auxiliam sua dispersão no meio aquático. Os zoósporos em Chytridiomycota apresentam um único flagelo direcionado posteriormente ao zoósporo. Poucas espécies são poliflageladas, embora haja espécies poliflageladas, mas todas com flagelos lisos (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Oomicetos são cosmopolitas e presentes mesmo em ambientes terrestres. Em espécies adaptadas a ambientes mais secos, os esporângios germinam diretamente e a dispersão de zoósporos é usada apenas como um método alternativo na presença de umidade. Ocorrem em águas continentais ou marinhas, no solo e em órgãos de plantas hospedeiras dentro ou acima do solo. A maioria são aeróbios obrigatórios, embora alguns tolerem condições anaeróbicas (WEBSTER; WEBBER, 2007).

Segundo Dick (1990), a importância econômica dos fungos zoospóricos está relacionada principalmente a seu potencial patogênico, especialmente em plantas. A maioria das espécies fitopatogênicas de importância econômica são responsáveis pelo apodrecimento de raízes e necrose de outros órgãos, como caule, folhas e frutos, podendo causar epidemias de grandes proporções em uma cultura (WEBSTER; WEBBER, 2007). Outras espécies acarretam patologias em peixes, cujos principais representantes encontram-se na família Saprolegniaceae. Peixes afetados podem apresentar ulcerações dérmicas, atingindo também olhos e órgãos internos, sendo a patologia denominada de saprolegniose (LACAZ et al., 2002).

No Brasil, cerca de uma década atrás, eram conhecidos menos de 1/5 do total de espécies de oomicetos relatadas mundialmente. O pequeno número oomicetos conhecidos no Brasil em relação ao resto do mundo pode ser explicado pelo reduzido número de micólogos trabalhando com o grupo no país, apesar de sua grande área territorial. O estudo da

diversidade do grupo no Brasil concentrou-se principalmente na região Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo, através de pesquisadores do Instituto de Botânica de São Paulo, onde se encontra a principal coleção de cultura de fungos aquáticos do Brasil (MILANEZ, 1999).

Apesar do crescente número de pesquisas com oomicetos realizadas no Estado do Piauí, esse número ainda é reduzido se comparado com sua grande extensão. Além disso, as pesquisas concentram-se apenas na região Noroeste do Estado, não sendo conhecido nenhum estudo com o grupo entre as regiões Centro e Sul. O fato de a maior parte de seu território ser ainda inexploradas na pesquisa de fungos zoospóricos faz com que nós conheçamos ainda muito pouco sobre a diversidade e distribuição desses organismos no Estado (SALES, 2009).

Durante do exposto vale apenas indagar quais os principais aspectos a serem observados no estudo da Família Saprolegniaceae.

Dessa forma a presente pesquisa teve como objetivo geral revisar os principais aspectos no que concerne ao estudo da família Saprolegniaceae e aplicá-los na Bacia do Guaribas. A pesquisa ainda tem como objetivos específicos identificar na literatura os principais métodos e técnicas de pesquisa da família Saprolegniaceae; conhecer a terminologia empregada na taxonomia do grupo; descrever o ciclo de vida da família Saprolegniaceae, bem como analisar as espécies da Bacia do Guaribas por meio de coleta, isolamento e identificação.

O presente trabalho está estruturado em cinco partes. A primeira consiste em uma revisão sobre os estudos dos oomicetos, abordando o seu modo de vida. A segunda parte traz uma descrição detalhada sobre a família Saprolegniaceae e importância econômica. A terceira parte apresenta a metodologia utilizada. A quarta é composta pelos resultados e discussões dos oomicetos isolados, ressaltando a saprolegniose, seu histórico e os impactos causados por ela e a reprodução da família Saprolegniaceae. A quinta e última parte consiste na conclusão do trabalho.

2 OOMICETOS

2.1 Características Gerais

O filo Oomycota é composto por apenas uma classe, Oomycetes, alternativamente denominada de Peronosporomycetes. A classe é formada por seis ordens, onde se estima que agrupem entre 800 a 1.000 espécies. Pertencem ao reino Straminipila (DICK,2001; WEBSTER; WEBBER, 2007).

Os oomicetos são organismos fisiologicamente e morfológicamente semelhantes a fungos e que apresentam esporos dotados de dois flagelos, um liso e outro penado, os zoósporos, necessitando de água para sua dispersão (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996). O filo é composto por apenas uma classe, Oomycetes, alternativamente denominada de Peronosporomycetes.

Estudos ultra-estruturais e bioquímicos demonstraram que os oomicetos diferem dos fungos em outras formas fundamentais, como paredes celulares compostas principalmente de β -1,3 e β -1,6-glucanos, material semelhante à celulose, em vez de quitina, como é o caso dos fungos verdadeiros. Também apresentam o aminoácido hidroxiprolina, bem como pequenas quantidades de celulose, além de mitocôndrias com cristas tubulares (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

2.2 Modo de vida

Apesar de todos os oomicetos dependerem de condições úmidas para dispersão de seus zoósporos, seus membros são cosmopolitas e presentes mesmo em ambientes terrestres. Em espécies adaptadas a ambientes mais secos, os esporângios germinam diretamente e a dispersão de zoósporos é usada apenas como um método alternativo na presença de umidade. Ocorrem em águas continentais ou marinhas, no solo e em órgãos de plantas hospedeiras dentro ou acima do solo. A maioria são aeróbios obrigatórios, embora alguns tolerarem condições anaeróbicas (WEBSTER; WEBBER, 2007).

A classe Oomycetes está representada por organismos sapróbios, presentes em ecossistemas aquáticos e terrestres, onde desempenham importante papel na decomposição da matéria orgânica, participando ativamente da ciclagem de nutrientes. Alguns de seus representantes são encontrados como parasitas de peixes, algas, crustáceos, outros fungos, larvas de mosquitos, nematóides, rotíferos, mamíferos e, inclusive do homem (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Segundo Dick (1990), a importância econômica dos oomicetos está principalmente relacionada ao seu potencial patogênico, especialmente em plantas. Diversas espécies são parasitas de plantas de interesse econômico como o milho, feijão, batata e pimenta, sendo responsáveis por perdas na agricultura e causando grandes prejuízos na economia (AGRIOS, 2005; TRAJANO, 2009). São responsáveis pelo apodrecimento de raízes e necrose de outros órgãos, como caule, folhas e frutos, podendo causar epidemias de grandes proporções em uma cultura (WEBSTER; WEBBER, 2007).

Alguns oomicetos são parasitas de animais, incluindo o homem. Patologias ocasionadas em peixes ornamentais ou para consumo humano são registradas em diferentes partes do mundo (DICK, 2002).

Oomicetos parasitas de plantas são geralmente bem documentados e sua diversidade bem conhecida como os gêneros *Pythium* e *Phytophthora*. Oomicetos parasitas de animais são menos documentados e quando são geralmente são restritos ao gênero *Saprolegnia* devido à sua importância como parasita de peixes (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Representantes da ordem Saprolegniales podem causar patologias em peixes. As espécies afetadas podem apresentar ulcerações dérmicas, atingindo também olhos e órgãos internos, sendo a patologia denominada de saprolegniose (LACAZ et al., 2002).

3 FAMÍLIA SAPROLEGNIACEAE

3.1 Características gerais

A família Saprolegniaceae compreende um grupo de organismos aquáticos habitantes, em sua maioria, em águas continentais. Algumas espécies do grupo são capazes de resistir a um certo grau de salinidade e vivem em águas de estuários. Outras espécies ocorrem em abundância em solos úmidos. A maioria desses fungos são sapróbios e, como um grupo, têm um importante papel ecológico na decomposição e reciclagem de materiais em ecossistemas aquáticos (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Algumas espécies são economicamente importantes como patógenos de animais e plantas. Exemplos incluem certas espécies de *Saprolegnia*, *Achlya*, *Aphanomyces*, que acometem peixes e os seus ovos. *Aphanomyces astaci* causa a "praga lagostim", doença devastadora que erradicou populações de lagostim de água doce na Europa. Outras espécies de *Aphanomyces* habitantes do solo são parasitas destruidores de raízes de plantas economicamente importantes, como ervilhas, rabanete e beterraba de açúcar (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

A família Saprolegniaceae estão entre os mais cosmopolitas fungos aquáticos, sendo também os mais fáceis para se isolar e cultivar em laboratório (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Os membros da família Saprolegniaceae são caracterizados pela sua ramificação, com micélio cenocítico facilmente visível, uma vez que forma uma colônia em torno de alguns fragmentos vegetal, tecido animal em decomposição ou em água (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Septos são formados no micélio logo abaixo dos órgãos reprodutivos, separando-os das hifas somáticas, a qual geralmente permanecem asseptadas. As hifas variam consideravelmente de diâmetro. Em algumas espécies são muito ampla, em outros eles são caracteristicamente bem apresentadas (DICK, 2002).

3.2 Reprodução

3.2.1 REPRODUÇÃO ASSEXUADA

A reprodução assexuada em Saprolegniaceae, assim como na maioria dos oomicetos, dá-se principalmente por meio de zoósporos biflagelados que se desenvolvem tanto em esporângios ou, em algumas espécies, em uma vesícula evanescente que se projeta do zoosporângio (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Dois tipos morfológicamente distintos de zoósporos biflagelados são produzidos nos oomicetos, embora não ocorra em todas as espécies. Um tipo é o denominado zoósporo primário, apresentando forma de pêra, ou piriforme, com os flagelos ligados na extremidade anterior do oósporo. Zoósporos primários não são bons natantes e são considerados por Dick (1990) como estruturas primitivas.

O segundo tipo de zoósporos, ou zoósporo secundário, é produzido por todos os oomicetos que formam zoósporos. O zoósporo secundário apresenta a forma reniforme, “forma de rim”, com os flagelos inseridos lateralmente numa ranhura na superfície do zoósporo. Os flagelos são dirigidos opostamente um do outro num ângulo de cerca de 130° (DICK, 1990), com o flagelo franjado dirigido para frente e o flagelo mais curto, liso e em forma de chicote de reboque.

A função dos zoósporos no ciclo de vida dos oomicetos é nadar distâncias curtas através da água, encontrar substratos ou hospedeiros potenciais, encistar, e, finalmente, formar tubos germinativos que subsequentemente originam novos talos. (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

3.2.2 REPRODUÇÃO SEXUADA

Como nos oomicetos, em Saprolegniaceae a reprodução sexuada se dá pela produção de gametângios tipicamente diferenciados de hifas em pequenas estruturas masculinas,

denominadas de anterídio, e estruturas globosas maiores femininas, denominadas de oogônios (DICK, 1990).

Dentro de um oogônio a meiose ocorre e, dependendo da espécie, uma ou poucas oosferas (ovos não fertilizados) são produzidos. Cada um contém, quando maduro, um único núcleo haploide (CARLILE, 2001). Na maturidade, cada oosfera contém um vacúolo de armazenamento proeminente denominado de ooplasto, uma estrutura filogenética de considerável e significado taxonômico, e um ou mais núcleos (DICK, 1990).

Anterídios desenvolvidos são atraídos pelos oogônios por hormônios e dão origem a tubos de fertilização apenas depois de entrarem em contato com a superfície do oogônio. Um núcleo haploide resultante da meiose no anterídio é introduzido na oosfera através do tubo de fertilização e funde-se com o núcleo haploide da oosfera (CARLILE, 2001).

Após a fecundação, uma oosfera se desenvolve em um oósporo que amadurece no oogônio. Cada oósporo tem um único núcleo diploide. Quando o oósporo germina dá origem a um micélio diploide, em contraste com a maioria dos micélios haploides de outros fungos (DICK, 1990).

3.3 Parasitismo e Importância Econômica

O parasitismo de animais aquáticos e a existência saprofítica de Saprolegniaceae em animais mortos têm sido relatados a mais de 250 anos. Entre os animais parasitados encontram-se principalmente vertebrados, crustáceos, insetos, nematódeos e rotíferos (BRUNO WOO, 1998).

Os principais parasitas de crustáceos são *Aphanomyces*, da ordem Saprolegniales, em lagostim de água doce e *Salilagenidium* e *Halodaphnea*, ordem Salilagenidiales em carangueijo e pitu (DICK, 2002).

Populações inteiras de lagostim foram eliminadas de muitos sistemas de rios na Europa após a introdução e difusão de *Aphanomyces astaci*. Culturas marinhas de caranguejo, pitu e camarão no litoral asiático sofreram epidemias causadas por várias espécies de Salilagenidiales (DICK, 2002).

Doença em peixes salmonídeos, comumente referida como necrose ulcerativa dermal (UDN), ou síndrome da epizootia ulcerativa (EUS), causada por *Saprolegnia parasítica*, ocasionalmente alcança níveis epidêmicos, e a doença continua sobinvestigação devido à sua importância comercial em relação a criatórios de peixes (BRUNO WOO, 1998).

3.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PARASITISMO

Parasitas de peixes, crustáceos e insetos da família Saprolegniaceae são facilmente detectados. Hifas extramatriciais são frequentemente abundantes na superfície do peixe doente, sendo visíveis a olho nu em insetos. É necessário cautela para se determinar a distinção entre o agressivo parasitismo obrigatório e o casual parasitismo de peixes doentes (DICK, 2002).

O talo de Saprolegniales pode ser basicamente intramatricial, mas pode ser facilmente vistos em preparações de partes inteiras de membros ou brânquias dos hospedeiros. Doenças intramatriciais também são evidentes em asquelmintos (JOHNSON, 2002).

3.3.2 DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA

Em peixes, infecções causadas por oomicetos inicialmente encontra-se mais comumente em uma ulceração superficial, que rapidamente torna-se mais profundamente localizada, causando perceptíveis granulomas histológicos constituídos de macrófagos de células do hospedeiro e de hifas. Acredita-se que a entrada inicial seja através da derme enfraquecida ou menos protegida em extremidades vulneráveis, tais como nadadeiras. A doença progride através dos músculos e tecidos, resultando em perda maciça ou necrose, eventualmente causando a morte depois de vários dias e mutilações severas. Uma síndrome da doença menos comum é causada por infecção inicial nos tecidos branquial, faríngeo e intestinal. Asfixia e inanição conduzem a uma morte rápida com sintomas superficiais reduzidos (BRUNO WOO, 1998).

3.3.3 PARASITISMO NO LAGOSTIM

A doença do lagostim foi primeiramente relatada em 1903 como sendo o resultado da introdução do lagostim americano em sistemas de rios europeus antes de 1860. Supõe-se que em algum momento alguns estoques da Califórnia foram contaminado com seu parasita benigno, *Aphanomyces astaci*. O lagostim europeu não apresentava imunidade a este parasita necrótico e a produção comercial do lagostim na Europa e Ásia Menor teve uma queda dramática e provavelmente irreparável (DICK, 2002).

A doença do lagostim europeu foi notável por causa da inesperada e total destruição da população em sistemas de lagos e rios, onde os leitos foram lotados com lagostins mortos. Existem poucos isolados dos sistemas dos rios europeus que ainda não foram infectados, mas protocolos de quarentena estão sujeitos a enganos devido à irresponsável introdução de lagostim não nativo. Uma vez que estoques de lagostins moderadamente resistentes estão presentes, o inoculo do fungo permanecerá e assim que alguma reintrodução do estoque do lagostim europeu acontecer será imediatamente aniquilado (BRUNO WOO, 1998).

No lagostim suscetível da Europa esta reação com melanina é fraca e desenvolve-se lentamente assim que o fungo está apto a penetrar no hemoceloma, rapidamente causando a morte. Acredita-se que os hemócitos do hemoceloma sejam responsáveis pela reação de defesa por meio do qual a ativação da enzima profenoloxidase do lagostim pela infecção fúngica resulta no depósito de melanina ao redor da hifa do fungo. O número de hospedeiros e sua relativa suscetibilidade têm sido discutidos em um número de ocasiões. Na Ásia Menor o agente causal da doença, pelo menos em alguns casos, parece ser *Saprolegnia parasítica*, entretanto, a biologia da patologia parece ser idêntica (DICK, 2002).

3.3.4 PARASITISMO EM CARANGUEJO

Fungos parasitas de caranguejos e pitus litorâneos tem sido descritos no hemisfério norte nas costas do Atlântico e Pacífico. Massas de ovos são frequentemente os primeiros locais do parasitismo. Em muitos casos de infecções jovens e adultas, o fungo se desenvolve no hemoceloma e pode acumular-se completamente em nadadeiras de camarões e pitus.

Epidemias tem sido registradas em centros de culturas marinhas no Pacífico Asiático onde os crustáceos hospedeiros constituem uma importante parte na dieta de proteínas. A ocorrência desses fungos em caranguejos e cracas não parece ter o mesmo impacto econômico. Todas as espécies parasitas são de uma mesma ordem, Salilagenidiales (BRUNO WOO, 1998).

3.3.5 PARASITA DE ASQUELMINTOS

A maioria dos parasitas de asquelmintos pertencem à ordem Myzocytiopsidales. Um dos patógenos de nematódeos que tem recebido maior atenção é *Nematophthora gynophila* locada em Leptolegniellaceae (BRUNO WOO, 1998).

O controle da infestação de nematódeos por *Nematophthora* é eventualmente eficaz, mas pode ocasionar perdas comerciais em seu ínterim. Infelizmente, poucas tentativas têm sido feitas para entender a ecologia destes parasitas no complexo sistema do solo (BRUNO WOO, 1998).

4 MATERIAIS E MÉTODO

A metodologia empregada baseou-se em uma revisão de literatura da Família Saprolegniaceae onde foram abordados os aspectos concernentes à sua morfologia, reprodução, terminologia, métodos e técnicas de pesquisa utilizadas na coleta, isolamento e identificação dos táxons.

Realizou-se também uma revisão da saprolegniose, principal doença acarretada por oomicetos do grupo que acomete principalmente peixes.

Após a revisão da Família, os métodos e técnicas pesquisados foram empregados em coletas feitas na Bacia do Guaribas, mais especificamente à margens do Rio Guaribas e na Barragem de Bocaína.

4.1 Caracterização da área de coleta

O vale do Rio Guaribas ocupa uma área de 22.059,4 Km² e apresenta a caatinga como bioma predominante. Possui clima megatérmico do tipo isotérmico e as precipitações anuais estão entre 400 mm e 800 mm, abrangendo 36 municípios do Estado do Piauí. Na área, habita uma população em torno de 302.203 habitantes com densidade demográfica de 13,70 hab./km², distribuídas entre 36 municípios do estado do Piauí, dentre eles o município de Picos e Bocaína (BRASIL, 2006).

O município de Picos apresenta uma população de 73.414 habitantes e uma área territorial de 535 Km². Parte da economia do município provém de atividades agrícolas permanentes e semipermanentes. O município é banhado pelo rio Guaribas, mas o potencial hídrico do rio é subaproveitado, principalmente devido à sua baixa vazão, consequência da represagem de suas águas na barragem do município de Bocaína (BRASIL, 2011).

A barragem de Bocaína foi construída em 1985 no curso d'água do rio Guaribas, a montante das cidades de Bocaína e Picos, distando cerca de 6 km da primeira e 27 km da segunda. Localizada a 41,38 de longitude oeste e 6,92 de latitude sul, apresenta uma área de 960 km² com capacidade máxima de armazenamento de 106 hm³ de água e vazão de 360,0 L/s com garantia de 95%. A barragem pereniza um grande trecho do rio Guaribas e tem

capacidade de suprir inúmeras irrigações às margens. Além de abastecer pequenas comunidades da região através de carros pipas, no reservatório é praticada a pesca, através de associação de pescadores da região (FREITAS, 2000).

4.2 Coleta e isolamento de oomicetos

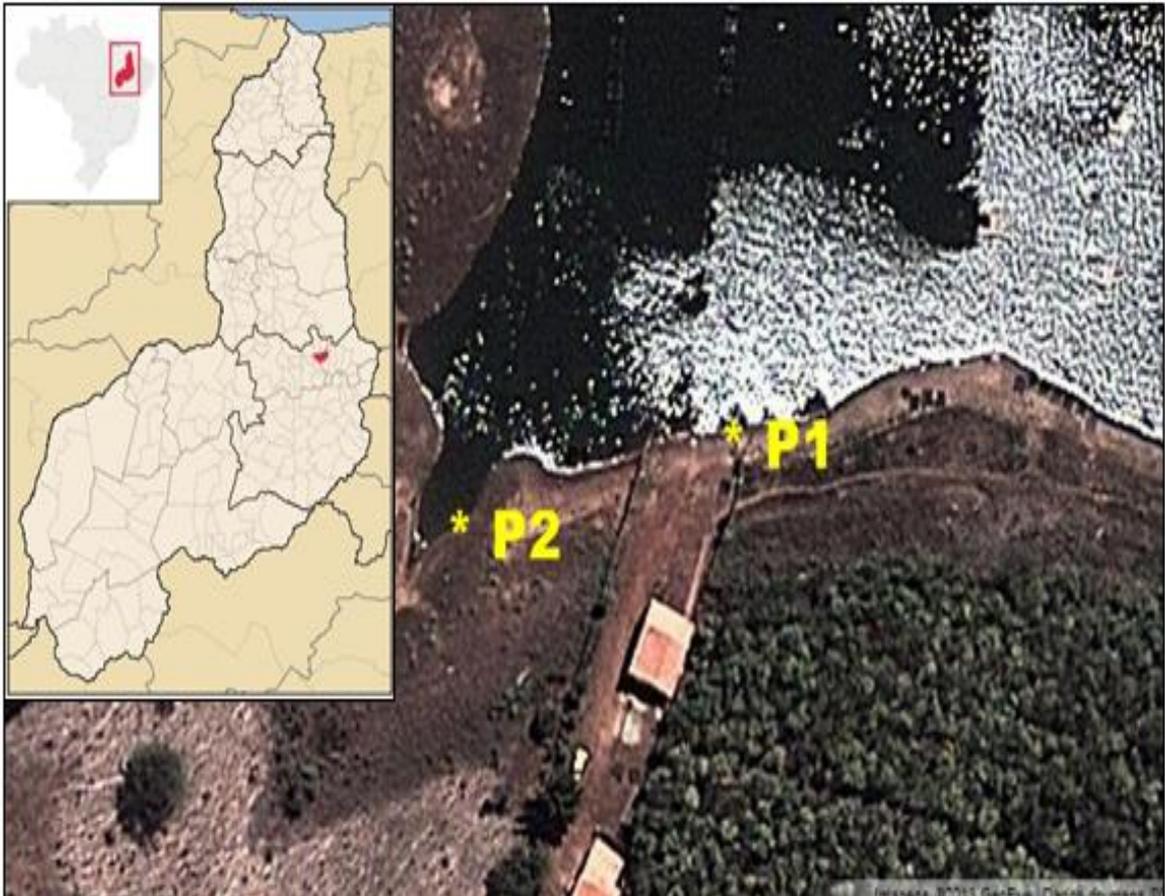
Foram realizadas duas coletas de água e solo, uma às margens do Rio Guaribas e outra na Barragem de Bocaína, em 17 de janeiro de 2013, sendo dois pontos de coleta de água e dois pontos de coleta de solo, em cada.

Figura 1 – Município de Picos (Rio Guaribas) visão aérea da região estudada com a respectiva localização dos pontos de coleta P1 a P2



Fonte: (Mapa adaptado do IBGE e programa Google Maps)

Figura 2 – Município de Bocaina e visão aérea da região estudada com a respectiva localização dos pontos de coleta P1 a P2.



Fonte: (Mapa adaptado do IBGE e programa Google Maps)

Para o estudo e isolamento de representantes da família Saprolegniaceae presentes nas amostras, foi utilizada a técnica descrita por Milanez (1989). As amostras de água foram coletadas em frascos coletores de 75 mL e o solo em sacos plásticos com capacidade para 200 g. As amostras foram transportadas para o Laboratório do Núcleo de Pesquisa em Biotecnologia, Saúde e Meio Ambiente – NUPBSAM – da Universidade Federal do Piauí.

As amostras de água foram depositadas em placas de Petri 140 x 20 mm, contendo substratos orgânicos celulósicos (semente de sorgo, epiderme de cebola, palha de milho), queratinosos (ecdise de cobra e cabelo) e quitinoso (asa de cupim). Cada substrato foi anteriormente preparado para uso como “iscas” para os espécimes, segundo técnicas específicas (MILANEZ, 1989).

Cada amostra de solo foi homogeneizada com água destilada esterilizada em placa de Petri. Após 10 minutos de decantação, foram acrescentados os substratos orgânicos para iscagem. Decorrida uma semana, as iscas foram transferidas para placas de Petri contendo apenas iscas novas e água destilada esterilizada.

4.3 Análise dos espécimes isolados

Após uma semana, as iscas foram observadas ao microscópio óptico. As colonizadas foram colocadas em placas de Petri com novos substratos para multiplicação dos isolados. Lâminas com iscas foram preparadas para observação dos isolados em microscópio óptico Bioval modelo L1000AC. O ciclo de vida foi descrito e as estruturas vegetativas e reprodutivas, sexuadas e assexuadas, foram ilustradas e fotografadas para caracterização morfológicas das espécies.

Para o estudo e identificação de *Saprolegniaceae* foram utilizados os seguintes trabalhos: Sparrow (1960), Dick (1990b, 2001), Alexopoulos, Mims e Blackwell (1996), Johnson, Seymour e Padgett (2002), além de outros trabalhos específicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Saprolegniose

A saprolegniose é uma infecção que acomete crustáceos e, principalmente, peixes, tendo como agente causador representantes da família Saprolegniaceae tais como oomicetos pertencentes aos gêneros *Saprolegnia*, *Aphanomyces* e *Achlya* (DICK, 2002).

5.1.1 HISTÓRICO

Infecções em peixes causadas por oomicetos datam de meados do século XVIII. Em 1877, oomicetos foram primeiramente registrados em associações com epizootias conhecidas como “doença do salmão” em rios entre a Inglaterra e a Escócia. Um relatório da Comissão Real sobre a doença do salmão na Inglaterra e Escócia (Royal Commission on the Salmon Disease in England and Scotland), 1877-187, falhou ao tentar inferir sobre a causa da doença. Entretanto, alguns investigadores acreditavam que era devido a uma única espécie de fungo, chamada de *Saprolegnia ferax*. Outros consideraram que o fungo era um parasita secundário da infecção e que a causa primária da doença era de natureza bacteriológica (BRUNO WOO, 1998).

Necrose Ulcerativa Dermal (UDN), foi primeiramente observada em salmão do atlântico na República da Irlanda, como epizootias e subsequentemente ocorrendo na Grã-Bretanha e resto da Europa. A condição é diferente de outras infecções envolvendo *Saprolegnia*, em que as lesões ocorrem em áreas sem camadas do corpo, principalmente na cabeça. Essas lesões evoluem de pequenas feridas para tornar-se ulceradas, hemorrágicas e infectadas por *Saprolegnia* (JONHSON, 2002).

5.1.2 IMPACTOS ECONÔMICOS

As micoses de peixes são consideradas de difícil prevenção e tratamento, principalmente em sistemas de água doce (BRUNO WOO, 1998).

Epizootias causadas por oomicetos são geralmente raras em populações de peixes selvagens, entretanto, durante a década de 1960, milhares de salmões-do-Atlântico (*Salmo salar*) morreram durante sua migração em rios nas Ilhas Britânicas e Irlanda do Sul, devido a necroses ulcerativas cutâneas (Ulcerative Dermal Necrosis - UDN). O oomiceto *Saprolegnia parasitica* foi identificado em muitos peixes e é considerado por vários investigadores como um patógeno significativo. Apesar do grande número de trabalhos, a causa da UDN é controversa e não estabelecida (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

No leste dos Estados Unidos, até 80% dos apanhados comercial de savelha do Atlântico (*Brevoortia tyrannus*) foi acometida pela a micose ulcerativa (Síndrome da epizootia ulcerativa – EUS). A micose ulcerativa foi atribuída a uma infecção por *Aphanomyces*, ocorrendo durante um período chuvoso incomum na primavera e verão de 1984, criando condições de baixa salinidade. Essas perdas, com esporádicos afloramentos em anos anteriores, representaram uma severa ameaça à indústria, que lucrava, até o momento, 27 milhões de dólares por ano. Em termos econômicos, *Aphanomyces*, particularmente dentro dos limites do Pacífico Australiano e sul da Ásia, é considerado o agente infectante mais significativo em culturas de peixes (JOHNSON, 2002).

Acredita-se que infecções por *Saprolegnia* contribuam significativamente em perdas de culturas de filhotes de enguias (*Anguilla anguilla*). No Japão, perdas significantes, excedendo 50% por ano, atribuída quase exclusivamente à *S. parasítica*, foram registradas em criatórios de salmão coho (*Oncorhynchus kisutch*). Mortandades significativas de truta marrom (*Salmo trutta*) selvagens e criatórios também ocorreram na Espanha pelo afloramento de oomicetos (DICK, 2002).

5.1.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Infecções de peixes envolvendo membros de oomicetos são extensivamente registrados em espécies selvagens e em criatórios e são consideradas ubíquas em ecossistemas de água doce. Muitas pesquisas registraram infecções em salmonídeos e, no Reino Unido,

Saprolegnia sp. tem sido isolada no salmão do Atlântico, truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), truta marrom e truta-do-Ártico (*Salvelinus salvelinus*) (LACAZ et al., 2002).

A saprolegniose é um sério problema em criatórios de salmão do Atlântico na Irlanda e na Noruega, devido a infecções de *Saprolegnia* sp. em filhotes de espécies selvagens de salmão do Atlântico. No Japão, epizootias devido a *S. parasítica* ocorrerão em viveiros de salmão coho. *S. parasítica* e *S. diclina* também foram relatadas estando envolvidas na mortalidade de truta arco-íris, salmão coho e ayu (*Plecoglossus altivelis*) no Japão (BRUNO WOO, 1998).

A infecção de salmonídeos por *S. parasítica* tem ocorrido na Austrália e Estados Unidos. Além disso, *S. diclina* e *Aphanomyces leavis* foram identificados em desova de truta arco-íris em Taiwan, e *Pythium debaryanum* foi encontrado como saprófito em ovos mortos. Infecções por oomicetos em peixes não salmonídeos também tem sido registradas. No Reino Unido, foram isolados membros do gêneros *Achlya*, *Aphanomyces*, *Leptolegnia*, *Leptomitus*, *Pythiopsis* e *Saprolegnia* em percas (*Perca fluviatilis*). Na França, a mortandade de peixes foi causada por *S. australis* em culturas roach (*Rutilus rutilus*). Outros peixes comuns podem ser hospedeiros de *S. diclina*, incluindo a carpa (*Leuciscus Idus* e *Cyprinus carpio*), tenca (*Tinca tinca*) e lúcio (*Esox lucius*). *S. diclina* também foi isolada de enguias e lamperia (*Lampetra fluviatilis*). Filhotes de *Anguilla anguilla*, intensivamente cultivada em efluentes de águas quentes, sofreram alta mortandade devido a *Saprolegnia* sp. Têm-se registros de perdas de ovos de carpas selvagens na antiga União Soviética causada por *Saprolegnia* sp. e nos Estados Unidos o oomiceto foi isoladas de peixes gatos (*Ictalurus punctatus*), sendo responsável pela uma mortandade em massa durante os meses de inverno (BRUNO WOO, 1998).

Uma gama de oomicetos, principalmente membros dos gêneros *Achlya*, *Aphanomyces* e *Saprolegnia*, tem sido encontrados em vários hospedeiros de água doce. Na Nigéria, foi encontrado tilápia (*Oreochromis niloticus*) em viveiros com olhos infectados com *Myxosoma saragi* e *Saprolegnia* SP (JOHNSON, 2002).

Infecções por oomicetos também foram registras em ambientes marinhos. *Aphanomyces* sp. e *Saprolegnia* sp. foram associados com uma micose ulcerariva nos Estados Unidos. A doença foi registrada em espécies de estuários, primeiramente a savelha do Atlântico no noroeste do Oceano Atlântico. Profundas lesões na pele eram características da infecção, que frequentemente envolvia órgãos internos e induzia uma intensa reação

inflamatória. Este é um contraste às lesões superficiais e suaves respostas inflamatórias observadas em infecções por oomicetos em peixes de água doce (LACAZ et al., 2002).

Em muitas regiões da Ásia, EUS é uma séria doença de peixes de estuários e tem sido atribuída à *Aphanomyces invadens*. Esta infecção mostra-se idêntica a isolados recuperados de peixes com a doença da mancha vermelha na Austrália e Nova Guiné e a granulomatose micótica no Japão. Grandes úlceras, porém rasas, resultou desse tipo de infecção envolvendo tainha (*Mugil cephalus*); embora neste último caso o fungo não tenha sido cultivado, sua morfologia foi característica de um oomiceto (DICK, 2002).

5.1.4 SINTOMAS DA SAPROLEGNIOSE

A saprolegniose é geralmente observada como uma infecção crônica e superficial, com a aparência semelhante a tufos de lã ou algodão no tegumento e brânquias de peixes ou ovos hospedeiros, podendo expandi-se por toda a superfície do corpo. Em casos críticos, 80% do corpo pode ser coberto (BRUNO WOO, 1998).

No início da infecção, as lesões na pele são cinzas ou brancas, com uma forma circular ou crescente, que pode desenvolver-se rapidamente, causando destruição da epiderme. Letargia e perda de equilíbrio seguem como produto da infecção, tornando o peixe mais suscetível à predadores. Membros patogênicos de Saprolegniaceae podem penetrar nos principais órgãos e os termos dermatomicose progressiva e dermatomicose micótica tem sido propostos (BRUNO WOO, 1998).

A causa da morte do hospedeiro provavelmente está associada com o enfraquecimento da osmorregulação. Dificuldades respiratórias também podem caracterizar infecções nas brânquias (JOHNSON, 2002).

As lesões normalmente não são distribuídas ao acaso, mas são localizadas em áreas específicas associadas com danos físicos e infecções simultâneas com outros patógenos ou diferenças sexuais do hospedeiro. O fator diferença sexual, parece ser atribuído a diferenças no número de células caliciformes na pele do peixe macho e fêmea. Entretanto, o local inicial da infecção pode não estar confinado à pele ou brânquias (BRUNO WOO, 1998).

Membros do gênero *Saprolegnia* podem ser considerados parasitas facultativos oportunistas, podendo ser saprófitos ou necrotróficos. Evidências demonstram que algumas

Saprolegniaceae atuam como patógenos primários (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

5.1.5 FATORES DE PREDISPOSIÇÃO À SAPROLEGNIOSE

Acredita-se que uma mudança em algum fator ou fatores prédisposicionais são necessários para a infecção fúngica ocorrer em peixes. Embora *S. parasítica* possa sobreviver em baixa salinidade, não pode resistir à completa salinidade da água do mar e por esta razão a infecção não existe na fase marinha em hospedeiros salmonídeos anádromos. Saprolegnioses também apresentam uma distinta sazonalidade, e está varia com espécies de *Saprolegnia*. Infecções por *S. diclina* são mais comuns no inverno, enquanto que *S. ferax* ocorre predominantemente na primavera e outono (WEBSTER; WEBBER, 2007).

5.1.6 INFECÇÃO CONCORRENTE

Muitas espécies de *Saprolegnia* atuam como invasores secundários, sendo que a primeira infecção pelo patógeno primário confere ao hospedeiro uma maior suscetibilidade à fungos oportunistas. A condição UDN é um exemplo clássico de quando a doença é caracterizada por infecção secundária por *Saprolegnia* após o início de uma infecção viral. Infecções primárias por bactérias associadas com *Saprolegnia* sp. tem sido registradas em enguias japonesas (*Anguilla japonica*). Infecções concorrentes com *Saprolegnia* sp. foram observadas em salmões selvagens do Atlântico infectados com *Gyrodactylus salaris*, causando danos na pele de seu hospedeiro (BRUNO WOO, 1998).

5.1.7 ESTRESSE AMBIENTAL

Os fatores de estresse ambiental como a má qualidade da água, temperaturas adversas da água em aquicultura, manejo ou superlotação, podem resultar em um aumento da ocorrência de infecções fúngicas. Relatos de afloramentos anuais de saprolegnioses em trutas marrons foram em parte o resultado de um aumento de dejetos orgânicos na água e a redução

do escoamento. A alta carga orgânica foi identificada como a causa do aumento da infecção por *S. parasítica*. Além disso, trutas arco-íris expostas a níveis subletais de amônia e nitrito aumentam sua suscetibilidade a infecções experimentais com *S. parasítica*. Agressões sociais em trutas arco-íris podem aumentar a suscetibilidade a este fungo (DICK, 2002).

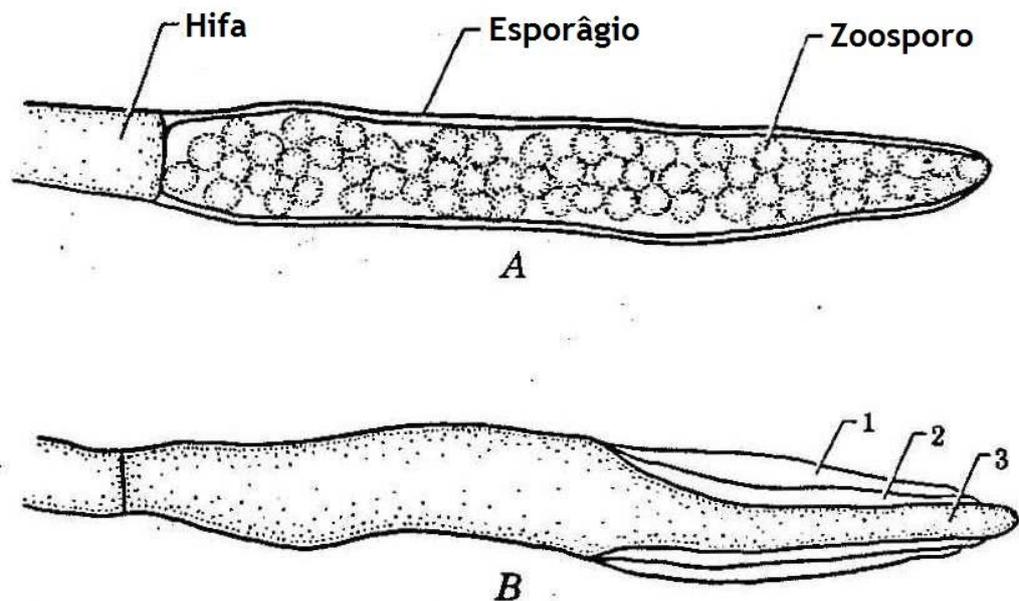
5.2 Família Saprolegniaceae: reprodução e terminologia

5.3 Reprodução

5.3.1 REPRODUÇÃO ASSEXUADA

A reprodução assexuada em Saprolegniaceae é caracterizada principalmente por meio de esporângios produtores de zoósporos, os zoosporângios. Os zoosporângios geralmente se formam na porção terminal das hifas (Fig. 3), (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Figura 3 - (A) Esporângio maduro da saprolegniacea. (B) proliferação Interna: (1,2) casos de esporângios vazios, (3) o desenvolvimento do esporângio.



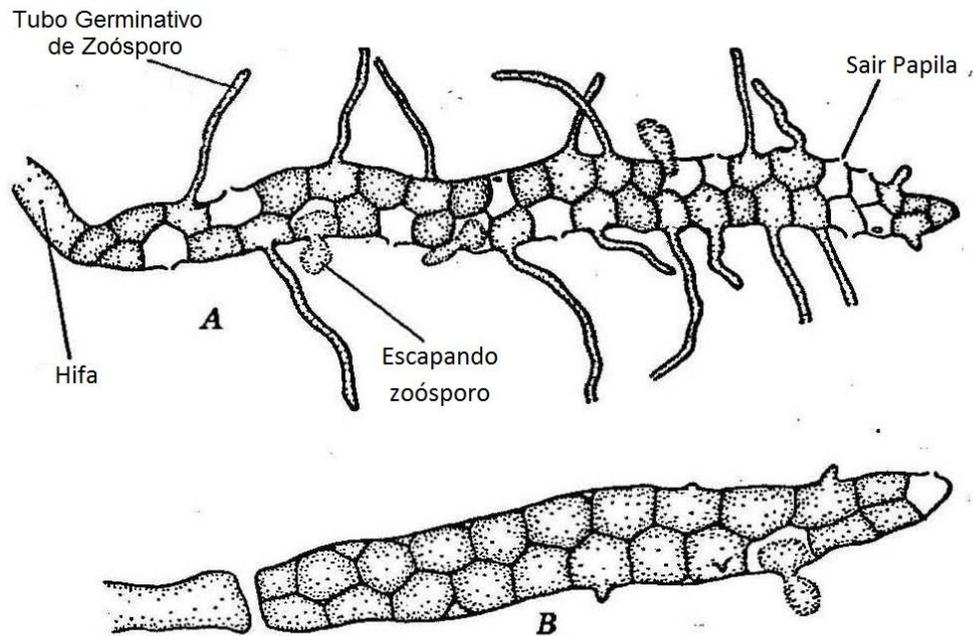
Sob as condições ambientais adequadas, as hifas dão origem a zoosporângios (Fig.3 A). Tipicamente, os esporângios são alongados suportados nas pontas das hifas somáticas e separados delas por um septo. Os zoosporângios são completamente preenchidos por protoplasma, em contraste com as hifas somáticas, que só são revestidas com uma fina camada de protoplasma. Os protoplastos do esporângio divide-se em porções com número de núcleos equivalente e cada porção se desenvolve em um zoósporo (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Na maioria das vezes os zoosporângios são um pouco maiores em diâmetro do que as hifas nas quais eles são produzidos. Zoosporângios jovens são preenchidos por protoplasma denso e granular, dando-lhe uma aparência um tanto acastanhada por causa da luz transmitida sob o microscópio. No gênero *Saprolegnia*, quando um zoosporângio esvazia seu conteúdo pela liberação de esporos, outro zoosporângio, ou zoosporângio secundário, muitas vezes inicia seu crescimento pelo septo basal do primeiro zoosporângio, amadurecendo dentro dele ou para além dele. Vários zoosporângios podem ser formados um dentro do outro, contudo os zoósporos amadurecem e são liberados antes da formação do zoosporângio anterior (Fig.3 B) (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Em *Saprolegnia*, uma abertura se desenvolve na ponta do zoosporângio e zoósporos primários são liberados para o meio, dentro da água circundante, nadando por algum tempo e sofrendo encistamento em seguida. Durante o encistamento, os flagelos são retraídos, deixando um conjunto de pelos flagelares na superfície do cisto. Após um curto período de descanso, a papila fina desenvolve sobre o cisto, dissolve-se a sua ponta, e um protoplasto emerge. Este desenvolve-se em um zoósporo reniforme com dois flagelos laterais. O encistamento ocorre após um curto período de aglomeração dos zoósporos. Cistos secundários se ligam a substratos por estruturas adesivas que se desenvolvem entre os cistos e o substrato (JOHNSON, 2002).

Como regra geral, os zoosporângios em Saprolegniaceae permanecem ligados a hifas somáticas após a libertação dos zoósporos. No gênero *Dictyuchus*, no entanto, os esporângios podem ser separados das hifas na maturidade (Fig. 3.1) e flutuar (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Figura 3.1- *Dictyuchus* sp. (A) ligada a um esporângio hifa. Alguns zoósporos escapa através das papilas de saída individual, deixando as células vazias, duas estão em processo de escapar, vários têm encistados dentro do esporângio e produziram tubos germinativos. (B) Moradia esporângio.



A ordem *Saprolegniales* parece ser a única em Oomycetes onde zoósporos primários e secundários são produzidos. No entanto, nem todos os fungos em Saprolegniaceae produzem dois tipos de zoósporos (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Pythiopsis, um gênero comumente encontrada nos trópicos em pântanos e florestas tropicais de baixa altitude, produz apenas zoósporos primários. No entanto, segundo Dick (1990), zoósporos primários são conhecidos apenas em *Saprolegnia*, gênero que também produz zoósporos secundários.

A maioria das espécies em Saprolegniaceae produz apenas zoósporos em forma reniforme ou zoósporo secundário. Os tipos de zoósporos produzidos por uma espécie em particular, bem como o comportamento de zoósporos são ambos os caracteres taxonômicos importantes em fungos aquáticos. Espécies que produzem zoósporos primários e secundários são considerados dimórficos, enquanto que aqueles que produzem apenas um tipo de zoósporo são denominados monomórficos (JOHNSON, 2002).

Os termos monoplanético, diplanético e polioplanético são usados para descrever as espécies que exibem um, dois, ou vários períodos de motilidade, respectivamente. Períodos de motilidade são comumente descritos como natação ou separados por períodos de encistamento. Após o encistamento flagelos são retirados e o zoósporo é convertido em um esporo de dormência de parede fina denominado de cisto (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Os cistos secundários, que em algumas espécies carregam em suas superfícies minúsculos pelos, desenvolve-se em uma hifa por meio de um tubo de germinação, dando início a uma nova colônia. Diplanetismo é a regra em *Saprolegnia* (Figs. 4 C a F). Pela proliferação ou ramificação, esporângios continuam a serem formados, com várias gerações assexuadas que se sucedem (Dick, 1990).

Espécies pertencentes ao gênero *Saprolegnia* são dimórficos e diplanéticos. Os zoósporos primários são libertados do zoosporângio alongado e terminal aparentemente como resultado de uma pressão osmótica gerada e pela locomoção flagelar. Após um período de natação, os zoósporos encistam e, após um tempo, cada cisto dá origem a um zoósporo secundário. O encistamento e a germinação se dão pelo tubo de germinação (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Em *Achlya*, os protoplastos uninucleados são liberados a partir da parte terminal do zoosporângio, encistando-se e formando *clusters*, permanecendo ainda ligados à extremidade do zoosporângio. Os zoosporângios do gênero *Aphanomyces* são totalmente filamentosos e indistinguíveis das hifas somáticas (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

5.4 Parasitismo

A porção somática do talo de *Saprolegnia* é composta de hifas capazes de penetrar o substrato, seja no corpo de uma mosca morta ou numa semente de planta na água, servindo de ancora e para absorver os nutrientes, formando uma massa profusa de hifas ramificadas (Fig.4 A) no exterior do substrato. Esta última parte do talo compreende a colônia visível do organismo e formação dos órgãos reprodutivos. (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

5.5 Reprodução sexuada

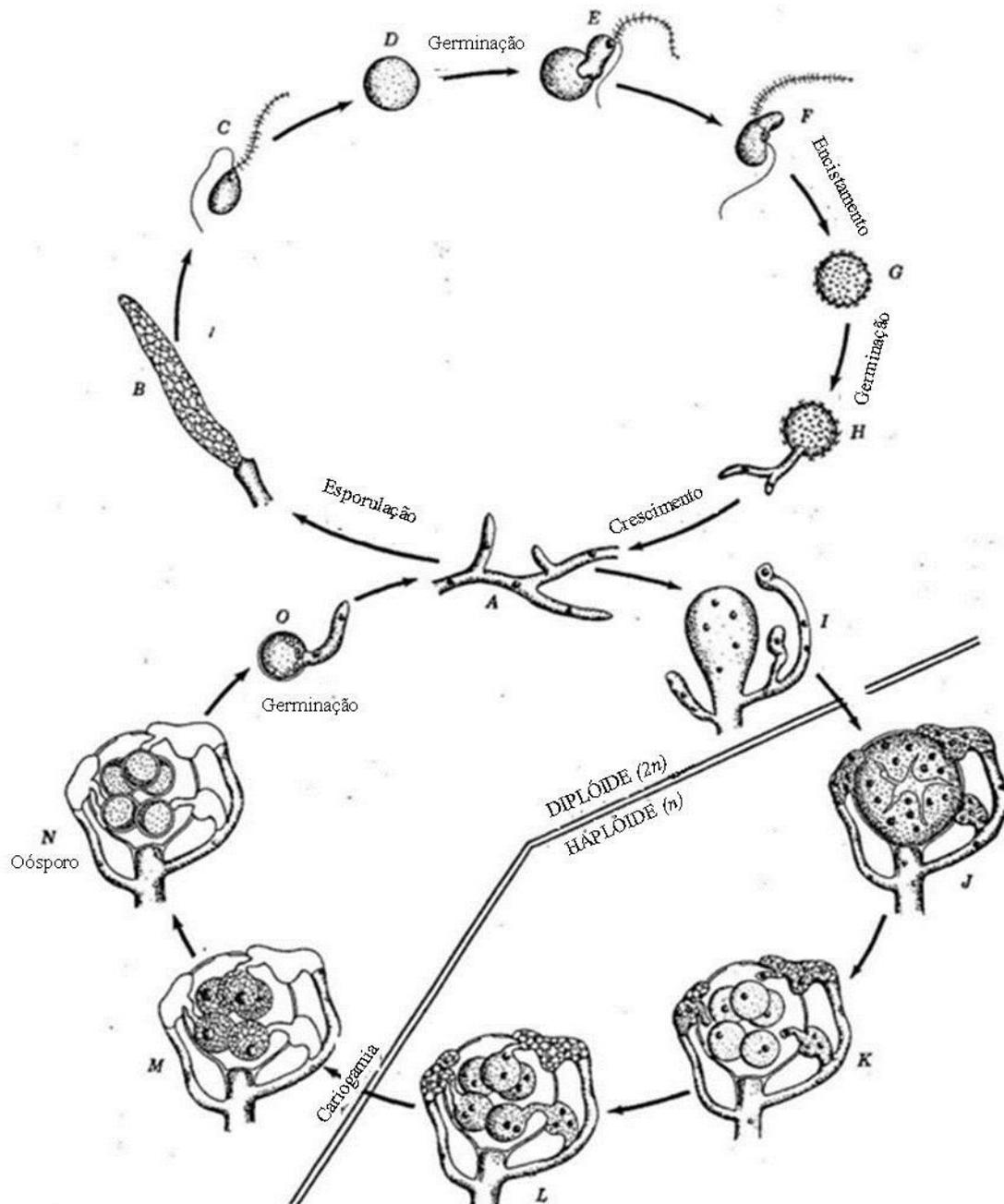
Quando as condições favoráveis para a reprodução sexual acontecem, as hifas dão origem a oogônios e o anterídios (Fig.4 I). A meiose ocorre no gametângio, produzindo oosferas haploides em oogônios e núcleos de gametas haploides em anterídios (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Dependendo da espécie, oogônios variam de forma globosa a oblonga, predominando o tipo globosa. Apresentam paredes relativamente espessas, em comparação com as paredes das hifas somáticas, e cada um deles, quando amadurecem, contém de um a várias oosferas livres, sendo que a maioria das espécies produz várias. Cada oosfera madura possui um núcleo haploide (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Anterídios são muito menores do que oogônios. São multinucleados com corpos alongados terminais em ramos finos. Muitas vezes são suportados na mesma hifa, mas em algumas espécies são formadas em hifas diferentes (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Anterídios, quando totalmente formados, se aderem a oogônios, com o número variando entre um ou mais por oogônio. Tubos de fertilização provenientes do anterídio penetram na parede oogonial e alcança as oosferas (Fig. 4 L). Ao entrar no oogônio, um tubo de fertilização pode ramificar-se e enviar um ramo para cada oosfera. Após a fecundação, uma parede espessa se desenvolve em torno de cada oosfera, convertendo-a em um oósporo. A parede do oósporo é geralmente lisa (Fig.4 N). Depois de um período de repouso prolongado, os oósporos são libertados a partir da parede oogonial desintegrada e germina, com cada oósporo produzindo um tubo de germinação (Fig. 4 O). Após algum tempo, um esporângio geralmente se desenvolve na extremidade da hifa, completando o ciclo de vida (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Figura 4: ciclo de vida da *Saprolegnia*: (A) hifas somáticas, (B) zoosporangium, (C) zoósporo primário, (D) cisto, (E) germinação, (F) zoósporo secundário (reniforme); (G) cisto; (H) germinação; (I) gametângio; (J) gametângio depois da meiose; (K) oosfera diferenciadas; (L) plasmogamy, (M) cariogamia; (N) oósporos, (O) germinando oósporo após libertação a partir do oogonium.



5.6 Metodologia para Saprolegniaceae

Para determinar os pontos de coleta de solo e os pontos de coleta de água dos fungos zoospóricos, podem ser utilizados dois métodos de iscagem: o método de iscagem múltipla e o de iscagem com frutos. Nesse último, limão, ameixa, maçã e carambola ou outros frutos, são deixados na água dos córregos ou lagos, dentro de frascos plásticos perfurados e, após uma semana, são recolhidos para exame de colonização por fungos. Depois os frutos colonizados são transportados, para o laboratório. O segundo método de iscagem utiliza múltiplos substratos celulósicos, queratinosos e quitinosos. Os pontos de coleta, são estabelecidos sendo, se possível, metade de coleta de água (com coletas nas duas margens de água corrente) e a outra metade de pontos de coleta de solo (os pontos de coleta de solo são próximos aos pontos de coleta de água).

5.7 Coletas

Durante a realização das coletas amostras de água e matéria orgânica em decomposição são coletadas em recipientes. A diversidade da microbiota em uma amostra de água é substancialmente reduzida com o processo de estocagem. Para diminuir este efeito, algumas iscas são colocadas nos frascos de coletas, antes de ir ao campo. Deste modo, alguns fungos podem estabelecer-se nas iscas, enquanto em trânsito, diminuindo a perda de zoósporos viáveis. Nas coletas de amostras de água, o solo da margem, precisamente da linha de água, ou logo abaixo desta, é revolvido vigorosamente antes da coleta. As amostras de solo superficial são coletadas com o auxílio de uma espátula, aproximadamente 20g, em saco de polietileno, devidamente identificado (Milanez, 1970). A seguir, são transportadas para o laboratório de fungos zoospóricos da UFPI.

5.7.1 Isolamento e Purificação

Para o isolamento são retiradas do material coletado, alíquotas de água, em seguida, estas são colocadas em placas de Petri com água destilada estéril e iscas de substratos celulósicos (gramíneas, semente de sorgo, celofane, epiderme de cebola, palha de milho), quitinosos (exoesqueleto de camarão e asa de cupim) e queratinosos (ecdise de cobra e fio de

cabelo). As amostras são incubadas a temperatura ambiente, por 3 dias ou mais. Posteriormente, são examinadas diariamente para observação da colonização e produção das estruturas dos fungos nos substratos.

O material orgânico, presente na amostra de água (restos de insetos, folhas, etc.), é examinado microscopicamente para verificação da presença de estruturas de fungos zoospóricos e, se encontrado, é transferido para placas de Petri e tratado da mesma maneira que os substratos colonizados no método de iscagem.

Os isolados são purificados em meio de cultura maltose-peptona-ágar, e em farelo de milho-ágar (“corn-mealagar” Difco), com pimaricina, penicilina e estreptomicina (CMA+ p.p.e) (Carvalho & Milanez, 1988). Em seguida, após crescimento da colônia pura no meio específico, cubos de meio de cultura de 1cm², cortados da margem da colônia, são transferidos para placas de petri esterilizadas, contendo metades de sementes de sorgo e/ou pedaços de ecdise de cobra e água destilada esterilizadas, incubados em temperatura ambiente.

5.7.2 Identificação

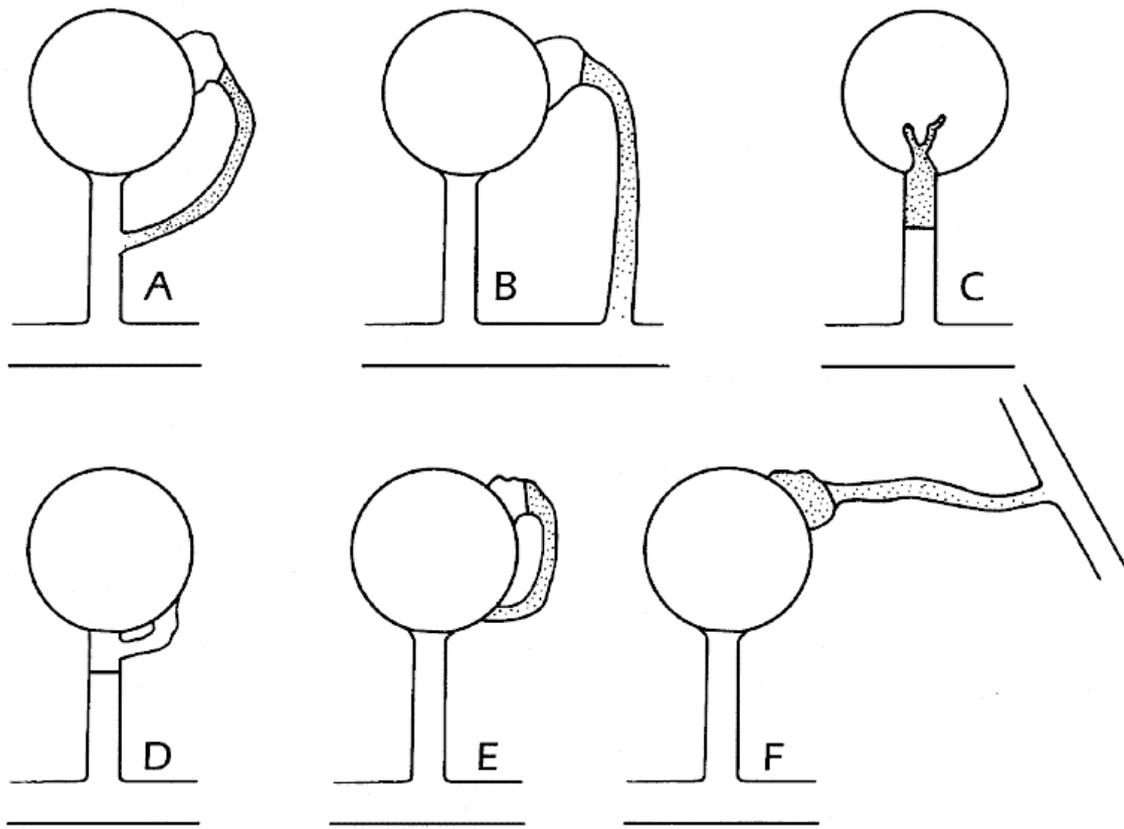
Lâminas com amostras das colônias e água destilada esterilizada, ao natural ou fixadas com corante azul de algodão (vide apêndice), são preparadas e observadas em microscópio. Vinte medidas das estruturas, vegetativas e reprodutivas, são tomadas com ocular micrométrica e esquematizadas com o auxílio de câmara clara, acoplada a microscópio ou fotografadas. As informações sobre a morfologia e características fisiológicas são empregadas para a descrição taxonômica dos isolados, anotadas em fichas de identificação.

Para a identificação dos isolados zoospóricos da família Saprolegniaceae utiliza-se a literatura de Johnson e Seymour (2002), os quais disponibilizaram gratuitamente no site <dl.uncw.edu/digilib/biology/fungi/taxonomy%20and%20systematics/padgett%20book>, um estudo aprofundado sobre a família Saprolegniaceae, também são utilizados outros trabalhos especializados para os demais táxons, citados nas referências bibliográficas.

As espécies devem ser identificadas de acordo com a origem do ramo anteridial podendo este ser: andrógino que se origina da hifa sustentadora do oogônio; monóclino que se origina na mesma hifa que formou o oogônio; hipógino o ramo é situado na base do oogônio e

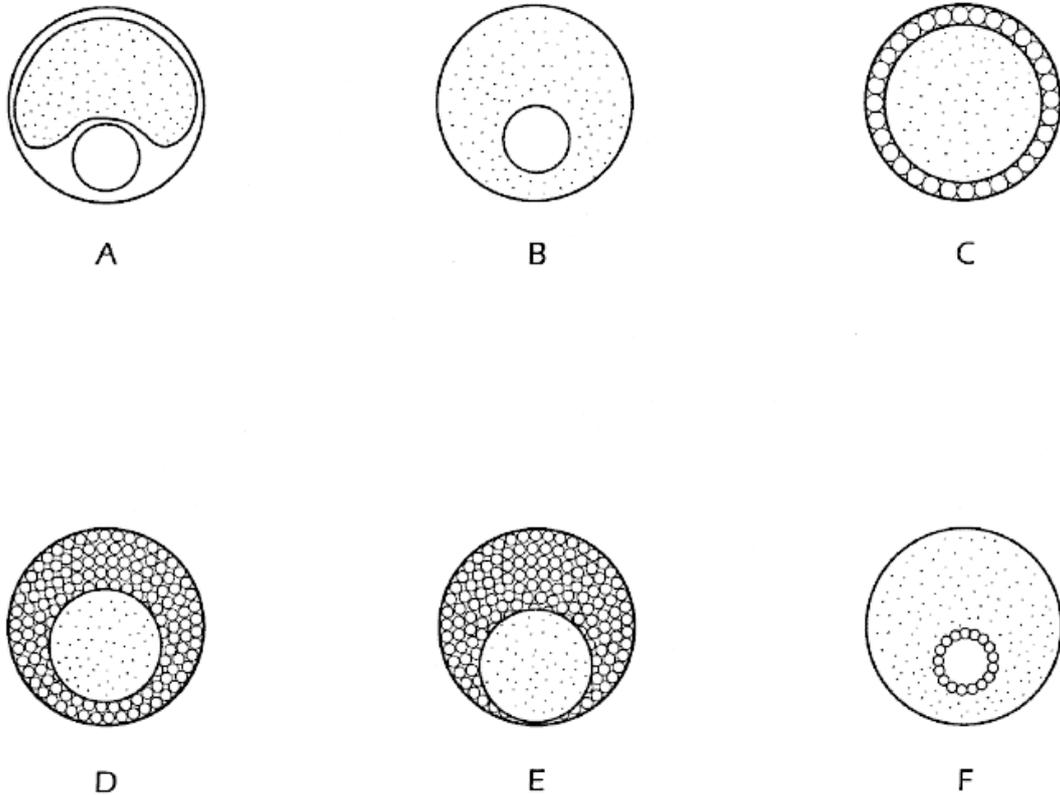
na mesma hifa; diclina o oogônio se originou de hifas distintas, mas da mesma colônia (Fig.5).

Figura 5. Origem do ramo anteridial na Saprolegniaceae. Um andrógino = A, B = monoclinas; C = hipógino; D = semihypogynous (=hemihypogynous); F = diclinas



As espécies também são identificadas pelos tipos de oosporos: podendo estes ser cêntrico, o qual o oosplasto é circundado inteiramente pelo citoplasma, contendo uma ou duas camadas concêntricas de gotas de óleo na periferia do oosporo; excêntrico, que possui um único glóbulo lipídico situado contíguo e opostamente ao oosplasto no citoplasma; podendo também ser subcêntrico cujo oosplasto é circundado parcialmente pelo citoplasma, apresentando diferentes números de camadas de gotas de óleo em cada lado da periferia do oosporo (Fig. 6).

Figura 6. Tipos de Oósporo na Saprolegniaceae. A, B = excêntrico; centrada C = D = subcentric, Tipo I, E = subcentric, Tipo II; F = subcentric, Tipo III.



A diversidade de fungos zoospóricos observada em cada coleta é analisada em relação aos táxons ocorrentes. A determinação da frequência relativa das espécies é calculada para o período de estudo, com a fórmula:

$$F(\%) = Pa/P.100$$

Pa = número de ocorrências da espécie

P = número total de ocorrências.

O Índice de Similaridade de Sorensen é calculado para verificação da similaridade da microbiota entre as estações (chuvosa e seca) e os compartimentos (água e solo). As medidas de similaridade são calculadas com dados de presença-ausência das espécies na comunidade, onde a espécie de fungo que apareceu em uma placa é contada como uma ocorrência, independente se ocorrer em mais de um substrato (Muller-Dombois & Elleberg, 1974):

$$Is (\%) = 2C / A + B. 100$$

A = número de espécies na estação/compartimento 1;

B = número de espécies na estação/compartimento 2;

C = número de espécies em comum para ambas as amostras.

Se $Is = 0\%$, sem similaridade e $Is = 100\%$, completa similaridade.

A correlação entre o número de ocorrências dos fungos zoospóricos e os fatores abióticos no ambiente (temperatura local mensurada nas coletas e precipitação pluviométrica da região) é avaliada utilizando o Teste de Spearman (Ayres, 1998).

5.7.3 Cultura

Os meios de cultura utilizados nos isolados são o de Corn meal Agar e antibióticos, CMA + p.p.e, e o fubá-de-milho -ágar, para substituir o CMA DIFCO (CARVALHO E MILANEZ, 1988).

Para o primeiro meio de cultura utiliza: “corn meal agar” DIFCO 17g, Água destilada 1000 ml, Penicilina 0,1 g, Estreptomicina 0,05g e Pimaricina ou Vancomicina 0,0 lg. O meio de cultura é dissolvido na água destilada e autoclavado a 120 °C, por 20 minutos. Incorpora os antibióticos, como suspensão, no meio ainda fundido, após a autoclavagem, à temperatura de aproximadamente 50°C, se for utilizar logo, ou após armazenagem em geladeira e fundição em banho-maria.

O segundo meio de cultura utiliza-se: Fubá 20g, Agar 20g, Água destilada 1 000ml, Dextrose 20g. Cozinha o fubá a mais ou menos 60°C, por uma hora, em 500ml de água destilada e filtra em gaze. Fundi o ágar em 500ml de água destilada esterilizada, junta as duas preparações e mais 20g de dextrose. Completa para 1000ml com água destilada, autoclava a 120°C, por 20 min. Incorpora os antibióticos, como explicado anteriormente.

5.8 Família Saprolegniaceae na Bacia do Guaribas

Parte das técnicas descritas de coleta, isolamento e cultura de espécies da família Saprolegniaceae foi empregada em dois pontos da Bacia do Guaribas. Foram isoladas duas espécies dentro de Saprolegniaceae: *Aphanomyces laevis* e *Achlya* sp.

5.8.1 Gênero *Aphanomyces* de Bary, Jahrb. Wiss. Bot. 2:178. 1860.

Espécies de *Aphanomyces* são monoicas com micélio delgado constituído por hifas delicadas e raramente espessas, com coloração hialina e com pouca ou muita ramificação e contorcidas. O zoosporângio é filamentososo com diâmetro igual ao de hifas vegetativas e os zoósporos são dimórficos. Zoósporos primários alongados dispostos em uma única emergência de dentro do zoosporângio, encistando-se em seguida formando uma esfera ou massa irregular na extremidade do zoosporângio através de um poro, uma papila, ou em uma forma xistosa (BARY,1860).

Os zoósporos secundários são lateralmente biflagelados e reniforme. Gema não são observadas. O oogônio podem apresentar-se lateral, terminal ou intercaladamente na hifa, sendo geralmente de forma esférica ou subsférica. A parede oogonial não apresenta poros, sendo lisa ou ornamentada no exterior e lisa ou irregular no interior. O pedúnculo pode ter vários comprimentos, sendo ramificado ou não ramificado. Os oósporos são dos tipos cêntrico ou subcêntrico, cercado por citoplasma. Ramos anteridiais, quando presente, são andróginos, monóclinos ou díclinos. As células anteridiais, quando produzidas, são tubulares, clavadas ou subglobosas, fixadas lateralmente ou pelo ápice (BARY,1860).

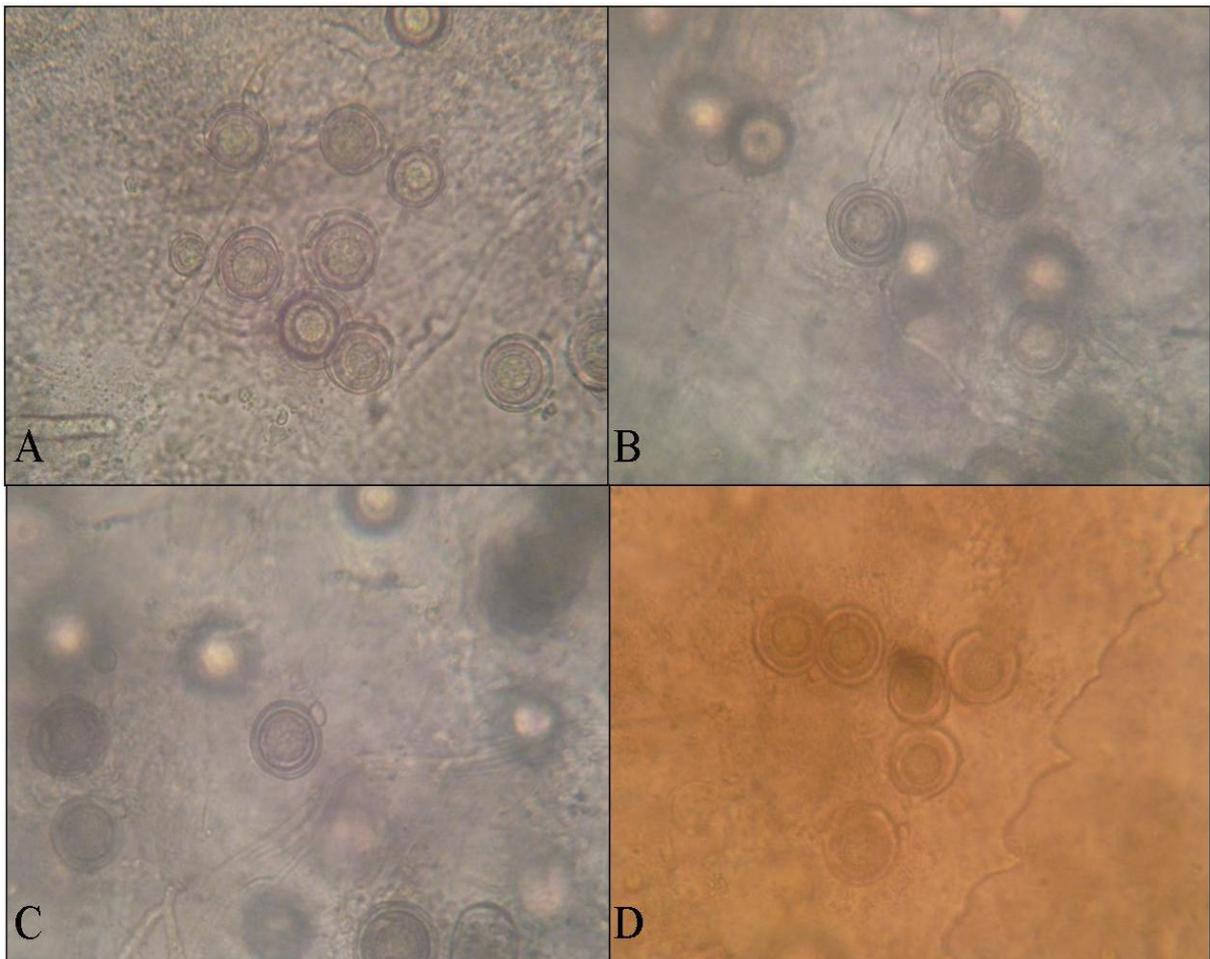
Um grande número de espécies do gênero *Aphanomyces* (Fig.7) são parasitas e patógenos em plantas vasculares e em animais de água doce. Muitos espécimes não se reproduzem sexualmente (BARY,1860).

Aphanomyces laevis de Bary, Jahrb. Wiss. Bot. 2:179, 1860.

Aphanomyces laevis foi isolado da Barragem de Bocaína. O isolado apresenta hifas delicadas ou moderadamente forte, geralmente isodiamétrica, mas ocasionalmente torcida e contorcido. Os esporângios filamentosos não foram observados. Os oogônios variaram de lateral a terminal, sendo ocasionalmente sésil e de formato predominantemente esférico a

subesférico e raramente oval. A parede ogonial é sem poros, lisa externa e internamente. O oosporo é cêntrico ou subcêntrico, um por oogônio, geralmente não o preenchendo. Ramos Anteridiais, quando presente, geralmente são diclinas ou monoclinas. As células anteridiais são simples, clavadas a cilíndrica e muitas vezes irregular (BARY,1860).

Figura 7- *Aphanomyces leavis*: A-D: Oogônios contendo um oósporo.



Fonte: pesquisa direta

5.8.2 Gênero *Achlya* Nees von Esenbeck, Nova Acta Phys.-Med. Acad. Caes. Leop.-Carol. Nat. Cur.11:514.1823

No gênero *Achlya* os oogônios podem está posicionados lateralmente em hastes com diferentes comprimentos, terminal ou intercaladamente na hifa. Podem apresentar diversas

formas, mas são predominantemente esféricos ou piriforme, às vezes revertendo para a produção de hifas ou proliferando. A parede oogonial apresenta-se com ou sem poros, podendo ser lisa ou ornamentada, ou com superfície exterior lisa ou irregular no interior (ESENBECK, 1823).

Os oósporos são dos tipos cêntricos, subcêntricos ou excêntricos, de um a vários por oogônio, sendo ocasionalmente abortados. Ramos anteridiais são presentes ou ausentes. Quando presentes são díclinos, monoclinos, andróginos ou exígino, ou reduzidos a uma célula hipógina. As células anteridiais são predominantemente tubulares ou clavadas, podendo estar anexadas apicalmente, lateralmente ou em uma forma projeções digitadas no oogônio (ESENBECK, 1823).

Várias propostas para dividir o gênero *Achlya* em subgêneros ou subgrupos têm surgido na literatura. Uma tentativa inicial de uma divisão foi proposta por Schröter (1893), no qual dois subgêneros foram reconhecidos: *Euachlya*, para as espécies com oogônios lisos, e *Acanthachlya* para os de oogônios ornamentados *Achlya spinosa*. Coker (1923) propôs a divisão do gênero em quatro subgêneros: *Centroachlya*, os com oósporos centricos, *Euachlya*, com oósporos excêntricos, *Glomeroachlya*, com pedúnculo oogonial ramificado, e *Thraustoachlya*, cujos zoósporos são liberados de alguns esporângios traustotecoides (JOHNSON, 2002).

Dick (1973) alocou cuidadosamente várias espécies do gênero em grupos com base em caracteres tais como estrutura do oósporo, a racemosidade do arranjo ovogonial e a natureza de parede oogonial ornamentada.

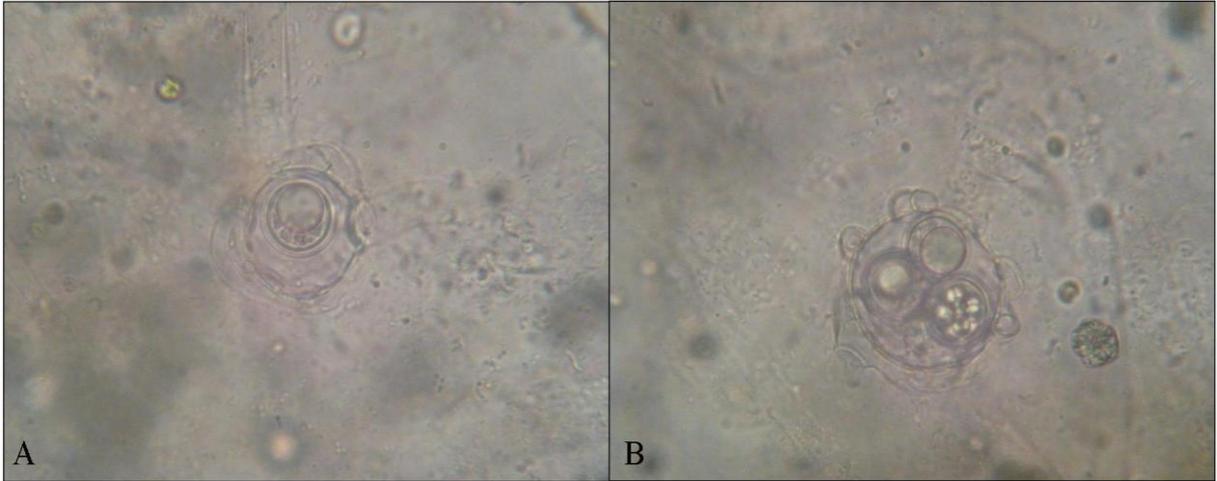
A segregação mais extensa do infragêneros *Achlya* foi adotada em 1954 pelo Naumov. O autor dividiu o gênero em quatro subgêneros, *Proliferae*, *Hypogynae*, *Saprolegniopsis* e *Thraustoachlya*. *Saprolegniopsis*, o maior subgênero, foi subdividido *Spinosa* e *Leiotheca*.

A taxonomia em *Achlya* é difícil e representantes do gênero nem sempre são facilmente enquadrados. Dificuldades têm surgido no estudo de espécies com oósporos excêntricos e muitas vezes a sua identificação é duvidosa. Evidências de uma análise de centenas de coleções de *Achlya* levou uma revisão severa do gênero (JOHNSON).

As principais características de *Achlya* sp. isolada do Rio Guaribas apresentou de 1 a 8 oósporos por oogônio, sendo alguns abortados; ramos anteridiais diclinos longos, envolvendo hifas e o pedúnculo. Abundância de zoosporângio e encistamento dos zoósporos em sua extremidade; células anteridiais longas em contato lateral com o oogônio. Como o

cultivo ocorreu em cultura simples e não purificada, notou-se uma abundância de gemas durante a colonização.

Figura 8- *Achlya* sp. A: Oogônio contendo apenas um oósporo e ramos anteridiaes envolvendo o oogônio. B: Oogônio com três oósporos visíveis, sendo um abortado, e células anteridiaes digitadas em contato lateral com o oogônio.



Fonte: pesquisa direta

6 CONCLUSÃO

Com a presente revisão do gênero *Saprolegnia*, pode-se concluir que:

a) A família Saprolegniaceae representantes patógenos em peixes e crustáceos, acarretando a doença conhecida como saprolegniose;

b) *Achlya*, *Aphanomyces* e *Saprolegnia* são os principais gêneros com representantes parasitas de peixes responsáveis por perdas econômicas na aquicultura;

c) A aplicação das técnicas de coleta, isolamento e identificação na Bacia do Guaribas demonstrou haver representante da família Saprolegniaceae nesses ambientes, fazendo-se necessário estudos para o levantamento das espécies, principalmente as de interesse econômico.

d) Pesquisas com oomicetos ainda são escassas no Brasil, principalmente na região Nordeste e em especial no estado do Piauí, sendo os estudos com o grupo concentrando-se principalmente na região Sudeste;

e) Para a identificação dos táxons dentro de Saprolegniaceae é necessário que o pesquisador tenha domínio dos aspectos morfológicos e terminológicos específicos do grupo;

f) Das espécies de Saprolegniaceae, apenas duas foram isoladas, *Aphanomyces* e *Achlya*.

Desta forma, a formação de especialista no estudo da família Saprolegniaceae, em especial no estado do Piauí, torna-se relevante a medida que o conhecimento de sua riqueza, distribuição e diversidade pode contribuir para o entendimento da ecologia do grupo e o controle e manejo de espécies de peixes na piscicultura acometida por agentes da saprolegniose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4. ed. New York: John Wiley, Sons, 1996. 869 p

AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5 ed. Califórnia: Academic Press, 2005. 922 p.

BRASIL. **Plano de ação para o desenvolvimento integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP** : síntese executiva : Território Vale do Rio Guaribas / Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. Brasília: TDA Desenhos & Arte Ltda, 2006.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2010. Disponível em:< http://www.ibge.gov.br/cidadesat/t_opwindow.htm?1>. Acesso em: 24 set. 2011.

BARY, J.W; **Aphanomyces**. 1860, 676-679, 681-687p.

BEAKS, G. W. ; SEKIMOTO, S. The evolutionary phylogeny of oomycetes: insights gained from studies of holocarpic parasites of algae and invertebrates. In: Lamour, K.; Kamoun, S. (Org.). *Oomycete genetics and genomics*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

BRUNO, D. W.; WOO, P. T. K. Saprolegnia and other Oomycetes. In: WOO, P. T. K.; BRUNO, D. W. *Fish diseases and disorders*, CABI Publishing: New York. v. 3, 1998.

CARLILE, M.J.; WTKINSON, S,C.; GOODAY, G.N.; **The Fungi**. 2 ed. Copyright Academic Press, 2001. 25-26 p.

CARVALHO, Y. & MILANEZ; A.I. 1988. Efeitos da Temperatura e umidade de solo fazer sobre *Pythium splendens* .Revista de Microbiologia 20:477-482.

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

DICK, M. W. **Key to Pythium**. United Kingdom: University of Reading Press, Reading, 1990.

DICK, M. W. **Straminipilous Fungi**: systematics of the Peronosporomycetes including

accounts of the marine straminipilous protists, the plasmodiophorids and similar organisms. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2001. 670 p.

DICK, M. W. The Peronosporomycetes and other flagellate fungi. In: HOWARD, D. H. (Org.) **Pathogenic fungi in humans and animals**. 2. ed. Los Angeles: UCLA School of Medicine, 2002.

ESENBECK, N.V.; **Espécie tipo: Achlya Prolifera** Nova Acta Phuy-Med. Acad. Caes Leop. Carl. Nat. Cur. 1823, 473- 475p

FREITAS, H.M. As tendências em sistemas de informação com base em recentes congressos. Porto Alegre: **READ - Revista Eletrônica de Administração**. Porto Alegre, n. 13, Fev.2000.

JOHNSON JR., SEYMOUR, R.L. & PADGETT, D.E. **Biology and systematics of Saprolegniaceae**. 2002. Disponível em:

<dl.uncw.edu/digilib/biology/fungi/taxonomy%20and%20systematics/padgett%20book>.

Acesso em: 23 jul. 2008.

LACAZ, C. S. et al. **Tratado de micologia médica**. 9. ed. São Paulo: SAVIER, 2002.

MILANEZ, A.I. **Contributions to the knowledge of the aquatic Phycomycetes of São Paulo State. I. Oomycetes from the West Region**. Rickia, 1970. 5: 23-43.

MILANEZ, A.I. Fungos de águas continentais. In: FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. (Org.). **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989. p. 17-20.

MILANEZ, A.I. Diversidade no reino Stramenopila. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX**. São Paulo: FAPESP, 1999. V. 1, p. 65-68. Disponível em:<<http://www.biota.org.br/pdf/v1cap07.pdf>> ; acesso em: 17 jan. 2009.

SALES, P. C. L. **Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2009.

SPARROW JR., F.K. **Aquatic Phycomycetes**. 2. ed. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1960. 1187 p.

TRAJANO, H. M. R. **Produção de pimenta (*Capsicum* spp.) e aspectos sócio-econômicos das hortas comunitárias de Teresina, Piauí.** 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

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

GLOSSÁRIO

Aclióide: característico do gênero *Achlya*; encistamento de zoósporos ocorrendo sobre o ápice do zoosporângio após a liberação, formando um aglomerado geralmente esférico.

Andrógino: anterídio originado no pedúnculo do oogônio.

Anterídio: gametângio masculino formado pelo ramo anteridial e pela célula anteridial.

Aplerótico: oosporo que preenche parcialmente o espaço no interior do oogônio.

Celulose: principal composto químico da parede celular dos vegetais.

Cisto (zoósporo encistado): estado de repouso do zoósporo

Díclino: referente ao anterídio; quando anterídio e oogônio são originados em hifas diferentes.

Dictiucóide: característico do gênero *Dictyuchus*; zoósporos encistados dentro do zoosporângios e liberados pela desintegração da parede do zoosporângio.

Dimórfico: zoósporo que apresenta dois tipos morfológicos.

Dióico: fungos que apresentam micélios unissexuados ou talos sexuadamente distintos.

Diploide: diz-se do núcleo celular que possui um número par de cromossomos, o dobro do número de gametas.

Endósporo: camada mais interna da parede do oósporo, geralmente fina, sendo a última a desenvolver-se.

Extramatrinal: que cresce fora do substrato ou no exterior do hospedeiro.

Episporo: camada principal da parede do oósporo, determinando a sua forma.

Epizootia: doença que apenas ocasionalmente se encontra em uma comunidade animal, mas que se dissemina com grande rapidez e apresenta grande número de casos.

Esporo: estrutura reprodutiva de fungos.

Flagelo: estrutura filiforme, vibrátil e hialina, que permite o movimento dos zoósporos.

Gametângio: estrutura produtora de gametas.

Gema: porção distendida e delimitada de uma hifa apresentando uma espessa parede; pode dar origem a uma nova hifa, convertendo-se em zoosporângio.

Haploide: diz-se do núcleo celular que possui n cromossomos, ou seja, a metade do número de cromossomos de um ovo fecundado.

Hifa: unidade estrutural da maioria dos fungos; filamento tubular.

Hipógino: célula anteridial única, delimitada no pedúnculo imediatamente abaixo do oogônio.

Homotático: cujo talo é sexualmente auto fecundável, não necessitando de outro talo para reproduzir-se sexuadamente.

Intramatrical: que cresce no substrato ou no interior do hospedeiro.

Meiose: reduz o número de cromossomos a condição haploide, entre organismos compatíveis.

Micélio: conjunto de hifas que constituindo o corpo de um fungo.

Monóclino: referente ao anterídio; quando anterídio e oogônio são originados na mesma hifa.

Monóico: que apresenta órgãos masculinos e femininos no mesmo talo, podendo ser compatíveis sexualmente ou não.

Monomórfico: zoósporo que apresenta um único tipo morfológico.

Oogônio: gametângio feminino contendo uma ou mais oosferas.

Oosfera: gameta feminino não móvel produzido no oogônio.

Oosporo cêntrico: cujo ooplasto é circundado inteiramente pelo citoplasma, contendo uma ou duas camadas concêntricas de gotas de óleo na periferia do oosporo.

Oosporo excêntrico: que possui um único glóbulo lipídico situado contíguo e opostamente ao ooplasto no citoplasma.

Oosporo subcêntrico: cujo ooplasto é circundado parcialmente pelo citoplasma, apresentando diferentes números de camadas de gotas de óleo em cada lado da periferia do oosporo.

Oosporo: esporo formado pela fertilização da oosfera ou por partenogênese.

Pedúnculo: porção de hifa sustentadora do oogônio.

Plasmogamia: união dos protoplastos (conteúdo vivo de uma célula).

Plerótico: oósporo que preenche todo o espaço no interior do oogônio.

Rizóide: talo semelhante a raízes, servindo de órgão de nutrição e fixação.

Septo: parede que separa duas células contíguas de uma hifa.

Simpodial: sucessão de dois ou mais eixos de uma hifa em que o eixo anterior termina em um zoosporângio.

Talo: parte vegetativa de um fungo; micélio.

Traustotecóide: característico do gênero *Thraustotheca*; zoosporos encistados dentro do zoosporângio seguidos da sua fragmentação.

Zoosporângio: esporângio produtor de zoosporos.

Zoosporo: um esporo móvel produzido assexuadamente.