



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

**PAULO CÉSAR LIMA SALES**

**Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão.**

**TERESINA  
2009**

**PAULO CÉSAR LIMA SALES**

**Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão.**

Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais. Área de Interesse: Fungos de Ambientes Aquáticos.

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

TERESINA  
2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Comunitária Carlos Castelo Branco

R575p Sales, Paulo César Lima.  
Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão [manuscrito] / Paulo César Lima Sales – Teresina, 2009.  
98 f.: il.

Cópia de computador (printout).  
Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, 2009.

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

1. Poços Freáticos – Oomicetos. 2. Coliformes Termotolerantes. 3. Água - Tratamento. I. Título.

CDD 628.16

PAULO CÉSAR LIMA SALES

**Potabilidade da água e presença de oomicetos (Oomycota) em poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão.**

Teresina, novembro de 2009

---

Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha – Orientador  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

---

Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

---

Dr. Cândido Athayde Sobrinho  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/ Meio Norte)

---

Prof. Dr. José Luís Lopes Araújo – 1º Suplente  
Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI)

A minha mãe, Maria Augusta de Sousa Sales,  
que tanto me ensinou e ainda continua a fazê-lo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus;

Ao Professor José de Ribamar de Sousa Rocha, pelas valiosas orientações, tanto as que serviram para a realização da pesquisa como aquelas que servirão para a vida;

Aos amigos do curso, por todos os momentos que juntos compartilhamos;

A todos os professores do mestrado, pelo apoio e incentivo à pesquisa;

Aos estagiários do Laboratório de Fungos Zoospóricos, em especial a Edilson Páscoa, peça fundamental nas pesquisas de campo e laboratório, pela sua inigualável ajuda;

A Albanisa Gomes, companheira de pesquisa;

Aos funcionários do TROPEN, Dona Maridete e Seu Batista por toda a ajuda que nos foi prestada durante o curso;

Às comunidades proprietárias dos poços estudados, pela contribuição durante a pesquisa;

Ao Laboratório de Saneamento Ambiental do CT-UFPI, pelo apoio técnico para as análises de água;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

## RESUMO

Diversas localidades no Brasil apresentam populações desprovidas de sistema de abastecimento d'água, servindo-se exclusivamente da água de poços freáticos. O manejo da água desses poços muitas vezes é realizado sem o devido cuidado que vise a prevenção de doenças provocadas por microrganismos presentes nos poços, como fungos e bactérias. O presente trabalho teve como objetivos analisar a potabilidade da água em 14 poços freáticos de três povoados do município de Timon, Maranhão, bem como conhecer a diversidade de fungos zoospóricos (oomicetos) potencialmente patogênicos a plantas e animais presentes nos poços. Primeiramente, coletou-se amostras de água e do solo marginal aos poços para o isolamento e a identificação dos microrganismos e análise físico-química. Para o isolamento dos oomicetos utilizou-se a técnica de iscagem múltipla por meio de substratos orgânicos. No microscópio, identificaram-se os isolados em nível de espécie, seguidos dos registros fotográficos e iconográficos de suas estruturas vegetativas e reprodutivas. Por meio da literatura especializada, identificou-se os oomicetos destacando-se aqueles que apresentam registros de patogenicidade a plantas e animais. Para análise de coliformes termotolerantes, utilizou-se o teste cromogênico (Colilert) por meio de cartelas de contagem. Em entrevistas semi-estruturadas, identificou-se o perfil socioeconômico e cultural das comunidades utilitárias dos poços. Por meio da correlação entre a análise físico-química e bacteriológica da água, isolamento dos oomicetos e dados socioeconômico e cultural estabeleceu-se a vulnerabilidade dessas comunidades a doenças veiculadas pela água. Constatou-se uma alta concentração de coliformes na água dos poços indicando uma contaminação direta por esses microrganismos. Em relação aos oomicetos, constatou-se a ausência de espécies patogênicas ao homem, mas com registros de patogenicidade a plantas de interesse para a agricultura e peixes de importância econômica. Com as entrevistas, verificou-se que a maioria das famílias utilitárias dos poços não se utiliza de cuidados básicos de prevenção a doenças veiculadas pela água como a filtração e fervura da água, apresentando um alto grau de vulnerabilidade a possíveis doenças transmitidas por organismos presentes na água. Devido a essa constatação, elaborou-se um folheto informativo contendo informações básicas de manejo da água para consumo o qual foi distribuído aos moradores.

Palavras-chave: Poços freáticos – Oomicetos – Coliformes termotolerantes

## ABSTRACT

Several communities in Brazil have populations deprived of water supply system, serving exclusively the water table wells. The handling of water in these wells is often carried out without due care aimed at preventing diseases caused by microorganisms present in the wells, such as fungi and bacteria. This study aimed to know the diversity of zoosporic fungi (Oomycetes) potentially pathogenic to plants and animals and the occurrence of coliforms in 14 water table wells in three villages in the city of Timon, Maranhão. First, samples of water and soil near to the wells were collected for the isolation and identification of microorganisms and physicochemical analysis. For the isolation of Oomycetes it was used the multiple baiting technique, using organic substrates. Under the microscope, we identified the isolated ones to the species level, followed by the iconographic and photographic records of their vegetative and reproductive structures. Through specialized literature, we identified the Oomycetes, highlighting those with records of pathogenicity to plants and animals. For the identification of fecal coliforms, we used the chromogenic test (Colilert) through by counting cards. In semi-structured interviews, we identified the socio-economic and cultural profile of the communities making use of the wells. Through the correlation between the physicochemical and bacteriological analysis of the water, isolation of Oomycetes and socio-economic and cultural data we set up the vulnerability of these communities to waterborne diseases. There was a high concentration of coliform bacteria in well water, indicating a direct contamination by these microorganisms. Regarding to Oomycetes, we have the absence of pathogenic species to man, but with records of pathogenicity to plants of interest for agriculture and fish of economic importance. With the interviews, it was found that most families making use of wells do not have basic care in order to prevent waterborne diseases, such as filtering and boiling water, and bearing a high degree of vulnerability to possible diseases transmitted by those water organisms. Because of this finding, we elaborated a leaflet containing basic information for handling drinking water, which was distributed to the residents.

Keywords: Water table wells - Oomycetes - Thermotolerant coliform

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Município de Timon e visão aérea da região estudada com a respectiva localização dos pontos de coleta P1 a P14. ....	27
Figura 2 – Coleta de água para análise bacteriológica. ....	29
Figura 3 – Coleta de água e solo para isolamento de oomicetos. ....	29
Figura 4 - Estrutura de alguns poços freáticos estudados.....	33
Figura 5 - pH da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.	38
Figura 6 - <i>Leptolegniella keratinophila</i> .....	43
Figura 7 – <i>Achlya dubia</i> .....	43
Figura 8 – <i>Achlya orion</i> .....	46
Figura 9 – <i>Achlya flagellata</i> . ....	46
Figura 10 – <i>Aphanodictyon papillatum</i> .....	49
Figura 11 – <i>Aphanomyces keratinophilus</i> .. ....	49
Figura 12 – <i>Aphanomyces leaves</i> .....	53
Figura 13 – <i>Dictyuchus pseudodictyon</i> .....	53
Figura 14 – <i>Brevilegnia linearis</i> .....	57
Figura 15 – <i>Pythiopsis humphreyana</i> .....	57
Figura 16 – <i>Pythium graminicola</i> .....	60
Figura 17 – <i>Pythium mamillatum</i> .....	60
Figura 18 – <i>Pythium paligenes</i> .....	62
Figura 19 – <i>Pythium ultimum</i> var. <i>sporagiiferum</i> .....	62
Figura 20 – <i>Pythiogeton ramosum</i> .....	65
Figura 21 – <i>Pythiogeton dichotomum</i> .....	65
Figura 22 – Número de espécies isoladas da água e do solo de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, Maranhão. ....	70
Figura 23 – Similaridade entre oomicetos da água e do solo entre 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão. ....	71

Figura 24 – Gráfico de frequência da idade dos moradores utilitários da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA. ....	74
Figura 25 – Fonte de renda dos moradores utilitários da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.....	74
Figura 26 – Situação trabalhista dos moradores acima de 18 anos utilitários da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA. ....	75
Figura 27 –Renda média por residência das famílias utilitárias da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA. ....	75
Figura 28 – Tratamento da água para consumo doméstico dos 14 dos poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise bacteriológica da água de 14 poços freáticos nos 3 povoados no município de Timon, Ma. ....	33
Tabela 2 – Caracterização físico-química da água de 14 poços freáticos em 3 povoados do Município de Timon, Ma. ....	37
Tabela 3 – Oomicetos isolados na água e no solo de 14 poços freáticos em três povoados do Município de Timon, Maranhão. ....	67
Tabela 4 – Ocorrência de oomicetos na água em 14 poços freáticos durante seis coletas bimestrais de maio/2008 a junho 2009 em três povoados do município de Timon, Maranhão. ....	68
Tabela 5 – Ocorrência de oomicetos no solo de 14 poços freáticos durante seis coletas bimestrais de maio/2008 a junho 2009 em três povoados do município de Timon, Maranhão. ....	68
Tabela 6 – Ocorrência de oomicetos da água e do solo em 14 poços freáticos durante seis coletas bimestrais de maio/2008 a junho/2009 em três povoados do município de Timon, Maranhão. ....	70
Tabela 7 – Similaridade de oomicetos entre água e solo de 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão . ....	71
Tabela 8 - Índice de similaridade de Sorensen (Is) entre seis coletas (Cn) realizadas de maio/2008 a junho/2009 em 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão . ....	73
Tabela 9 – Substratos colonizados por oomicetos durante seis coletas realizadas de maio/2008 a junho/2009 em 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão . ....	73

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	ÁGUA.....	15
2.1	Água doce subterrânea.....	15
2.2	Água e saúde.....	17
3	OOMICETOS.....	20
3.1	Características gerais dos Oomicetos .....	20
3.2	Oomicetos e economia.....	21
3.3	Oomicetos no Piauí.....	22
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1	Caracterização da Área e pontos de coleta .....	25
4.2	Análises físico-química e bacteriológica da água.....	26
4.4	Coleta e isolamento de Oomicetos .....	28
4.5	Análise dos Oomicetos isolados .....	28
4.6	Frequência e similaridade das espécies .....	30
4.7	Identificação de oomicetos patógenos .....	31
4.8	Coleta de dados sócio-econômico e cultural dos usuários dos poços .....	31
4.9	Análise da vulnerabilidade das comunidades ao potencial patogênico aos organismos encontrados.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
5.1	Os poços freáticos.....	32
5.2	Caracterização físico-química e bacteriológica.....	32
5.2.1	Análise bacteriológica .....	32
5.2.2	Análise físico-química.....	36
5.3	Oomicetos isolados.....	39
	Ordem Saprolegniales.....	39

<i>Leptolegniella keratinophila</i> Huneycutt.....	41
<i>Achlya dubia</i> Coker .....	42
<i>Achlya orion</i> Coker and Couch .....	44
<i>Achlya flagellata</i> Coker .....	45
<i>Aphanodictyon papillatum</i> Huneycutt ex Dick .....	47
<i>Aphanomyces keratinophilus</i> (Ookubo and Kobayasi) Seymour and Johnson .....	48
<i>Aphanomyces laevis</i> de Bary .....	50
<i>Dictyuchus pseudodictyon</i> Coker and Braxton.....	52
<i>Dictyuchus sterile</i> Coker .....	52
<i>Brevilegnia linearis</i> Coker and Braxton ex Coker.....	54
<i>Pythiopsis humphreyana</i> Coker.....	56
Ordem Peronosporales.....	56
<i>Pythium graminicola</i> Subramaniam. ....	58
<i>Pythium mamillatum</i> Meurs.....	59
<i>Pythium paligenes</i> Drechsler. ....	61
<i>Pythium ultimum</i> var. <i>sporangiiferum</i> Drechsler .....	61
<i>Pythiogeton ramosum</i> Minden.....	64
<i>Pythiogeton dichotomum</i> Tokunaga .....	64
5.4 Frequência e similaridade das espécies .....	66
5.5 Perfil socioeconômico e cultural das famílias utilitárias dos poços .....	72
5.6 Vulnerabilidade das comunidades ao risco potencial patogênico aos microrganismos encontrados.....	78
5.6.1 Oomicetos patógenos.....	78
5.6.2 Potabilidade da água.....	79
5.6.3 Elaboração de folhetos informativos .....	82
6 CONCLUSÃO.....	83
REFERÊNCIAS .....	85
Glossário.....	91

## 1 INTRODUÇÃO

Qualquer forma de vida depende da água para sua sobrevivência. Na história da humanidade as grandes civilizações sempre dependeram de água para seu desenvolvimento econômico e cultural, estando a água diretamente relacionada com o crescimento da população (TUNDISI, 2005).

As principais fontes de água para uso humano são lagos, rios, a umidade do solo e bacias de águas subterrâneas relativamente pouco profundas. A água que pode ser aproveitável para o homem é cerca de 1% de toda a água doce do planeta, somente 0,01% de toda a água da Terra (IBAMA, 2004).

A acessibilidade a água de qualidade é essencial ao desenvolvimento humano e sua garantia deve fazer parte de políticas públicas de combate a pobreza e melhoria da qualidade de vida (REYMÃO; SABER, 2007)

No Brasil, apenas 63,9% dos domicílios são abastecidos por uma rede de distribuição de água, sendo 7,2% dos domicílios atingidos pela rede distribuição, abastecidos por água sem nenhum tratamento (IBGE, 2002). Dos domicílios não atingidos por uma rede de distribuição, 6% são abastecidos por água proveniente de poços freáticos (AGENDA..., 2004).

Trabalhos relacionados com a potabilidade da água, realizados com populações cujo abastecimento é feito exclusivamente por poços freáticos, demonstram a suscetibilidade dessas populações a doenças veiculadas pela água devido aos altos índices de contaminação registrados nesses poços (ALMEIDA; FONSECA; SILVA, 2005; ALMEIDA et al., 2006; CASTELINI et al., 2007; BOULOMYTIS et al., 2008).

Almeida, Fonseca e Silva (2005), estudando famílias cujo abastecimento é feito em 95% por poços freáticos, constatou que a contaminação dos poços era devida, principalmente, a falta de informações eficientes que visassem um correto manejo desse recurso natural pela comunidade utilitária.

A má qualidade das águas superficiais é responsável por gerar, muitas vezes, problemas como infecções gastrointestinais causadas pela ingestão de agentes patógenos (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004).

Muitas doenças que afetam a espécie humana têm veiculação hídrica pela presença de organismos que se desenvolvem na água ou que têm parte de ciclo de vida em vetores que crescem em sistemas aquáticos (TUNDISI, 2005). Além de várias impurezas, pode-se encontrar na água vários microrganismos como vírus, bactérias, protozoários e pequenos

animais (RICHTER; NETTO, 1998). Oomicetos, conhecidos como fungos aquáticos, também podem está presentes na água, embora sua interação com o organismo humano seja conhecida em apenas uma espécie.

Oomicetos são organismos fisiologicamente e morfológicamente semelhantes a fungos e que apresentam esporos dotados de dois flagelos, um liso e outro penado, necessitando de água para sua dispersão (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996). Pertencem ao reino Straminipila. A maioria é sapróbia, desempenhando um importante papel ecológico na ciclagem de nutrientes (DICK, 2001).

Diversas espécies de oomicetos 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).

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. Crustáceos como a lagostas também podem ser parasitados. Em mamíferos, *Pythium insidiosum* é o único oomiceto conhecido como parasita, provocando ulcerações dermais (MARQUES et al., 2006; SANTURIO, 2006).

Existem poucos estudos relacionados a distribuição e diversidade de oomicetos no Brasil (MILANEZ, 1999), não sendo conhecida nenhuma pesquisa referente a presença desses organismos em poços freáticos.

O abastecimento de água na zona rural de Timon é feita principalmente por poços freáticos. Geralmente cada domicílio apresenta um poço particular. A sua construção é realizada de acordo com os conhecimentos tradicionais repassados pelas famílias. As comunidades não possuem orientação adequada relacionadas à utilização da água dos poços, podendo as mesmas estarem vulneráveis a doenças veiculadas pela água, transmitidas por microrganismos patógenos que podem estar presentes nos poços.

Tendo em vista o pouco conhecimento da diversidade de oomicetos no Brasil e a ausência de estudos relacionados à sua presença em água para consumo humano, a presente pesquisa teve como objetivo identificar a presença e diversidade de oomicetos em poços freáticos em três povoados do município de Timon, Maranhão, bem como diagnosticar a vulnerabilidade das comunidades estudadas à doenças veiculadas pela água, por meio de parâmetros de potabilidade e conhecimento de seu manejo pelas comunidades estudadas.

O presente trabalho está estruturado em quatro partes. A primeira consiste na revisão de literatura sobre os assuntos abordados na pesquisa. A segunda parte traz uma descrição detalhada da metodologia utilizada. A terceira parte é composta pelos resultados e discussões

das análises físico-químicos e bacteriológicos da água, dos oomicetos isolados, do perfil socioeconômico e cultural das comunidades estudadas e da vulnerabilidade das comunidades estudadas a doenças veiculadas pela água. A quarta e última parte consiste na conclusão do trabalho.

O estudo pioneiro da presença de oomicetos em mananciais de abastecimento, como os poços freáticos, é relevante na medida em que contribui para o conhecimento da diversidade desse grupo nesses ambientes, além de sua distribuição no Brasil, ainda pouco conhecida. O estudo também vem somar-se a outros estudos realizados em áreas semelhantes abastecidas por poços freáticos, contribuindo com a compreensão da utilização desse recurso por essas comunidades, ressaltando a necessidade das comunidades serem assistidas por programas de saúde.

## 2 ÁGUA

### 2.1 Água doce subterrânea

O critério mundial de classificação das águas da Terra designa como água doce aquela com teores de sólidos totais dissolvidos inferiores a 1.000 mg/L. A água doce, além de um elemento essencial à vida, é recurso econômico valioso e excede o papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas. Dentre as suas características mais importantes destaca-se a renovabilidade, a qual está intimamente ligada ao ciclo hidrológico (REBOUÇAS, 1997).

O crescimento da população mundial nas últimas cinco décadas fez com que a população alcançasse 6 bilhões de habitantes em 1999, aumentando significativamente a utilização dos lençóis freáticos e da água subterrânea na maioria dos países áridos ou semiáridos. Estima-se que a população mundial chegue a 7,9 ou 9,1 bilhões de pessoas em 2025 (SELBORNE, 2001).

Para seu abastecimento de água, o homem dispõe de dois recursos: o primeiro consiste nas águas de superfícies como lagos, cursos d'água, áreas de drenagem que convergem a água para reservatórios de retenção e todo meio de contenção e captação das águas pluviais; o segundo são as águas subterrâneas, constituídas por poços, nascentes e galerias horizontais (Água..., 1978)<sup>1</sup>.

Segundo Selborne (2001), a disponibilidade limitada de água doce de boa qualidade é vista agora como um limite importante imposto ao desenvolvimento social e econômico em muitas partes do mundo.

Diante deste cenário, vale ressaltar que o Brasil possui um dos maiores potenciais de água doce distribuídos numa das mais extensas e densas redes hidrográficas do mundo. Portanto, o grande potencial de água doce do Brasil, tanto superficial como subterrânea, deve ser visto como um capital ecológico de inestimável importância e fator competitivo fundamental do desenvolvimento socioeconômico sustentado (REBOUÇAS, 1997).

---

<sup>1</sup> As fontes de superfície e as subterrâneas não estão sempre separadas. A água de superfície em um dado local pode ser considerada água subterrânea em outro, como é o caso do lençol freático. Parte da água superficial que infiltra no solo pode atingir o nível da zona de saturação, constituindo o reservatório da água subterrânea que abastece os poços. A forma da superfície superior da zona de saturação, ou do aquífero, é chamada de superfície do lençol. Na superfície do lençol a água nos poros do aquífero está sob pressão atmosférica como se estivesse em um reservatório ao ar livre. Nessas condições o aquífero é chamado de lençol freático. A água da zona saturada é a única dentre as águas da superfície que propriamente constitui a água subterrânea (Água subterrânea..., 1978).

Menos de 3% da água potável disponível em qualquer momento em nosso planeta provém de cursos superficiais e lagos, sendo mais de 97% proveniente do subsolo, estimada em cerca de 10 quatrilhões de metros cúbicos (Água..., 1978).

Segundo Rebouças (1997), no Brasil, apenas 3% do potencial nacional médio de água doce nos rios encontra-se na região Nordeste, sendo, relativamente, o mais baixo do país. Contudo a região Nordeste apresenta 20.000 km<sup>3</sup> de água doce subterrânea nos aquíferos que ocorrem sobre cerca de 50% de sua área.

Ainda segundo Rebouças (1997), a água subterrânea doce representa a parcela do ciclo hidrológico que transita escondida no subsolo. Ela é fonte primordial de regularização dos fluxos dos rios durante os períodos de estiagem, e de abastecimento em geral, à medida que é extraída de forma adequada por meio de poços, fontes ou nascentes e outras formas de captação.

De acordo com a Agenda 21 Brasileira (2004), cerca de 61% da população brasileira se abastece de mananciais de subsuperfície, tais como poços freáticos (6%), nascentes (12%) e poços profundos (43%).

Os aquíferos rasos geralmente ocorrem nos sedimentos recentes, pouco consolidados ou não consolidados, representados por depósitos de aluviões, dunas e coberturas diversas de misturas, em proporções variadas, de areia, silte e argila, sendo o poço freático a obra mais frequente para captação de água, cujas vazões são pequenas, de até 5 m<sup>3</sup>/h, utilizados para abastecer uma unidade familiar, animais e irrigar um pequeno perímetro de frutíferas ou forragens. Devido, porém, a sua alta vulnerabilidade e risco de poluição, a utilização deste aquífero fica limitado às áreas rurais e exige a adoção de perímetros de proteção (REBOLÇAS, 1997).

Segundo Selborne (2001), a água para beber segura significa que não causará prejuízo à saúde humana, e que está livre de organismos capazes de provocar doenças, assim como de outras substâncias que potencialmente induzem danos fisiológicos. A água de beber precisa também ser esteticamente aceitável: sem cor, sem cheiro ou sabor. Essas condições formam o padrão aceito para a água de beber e quando esse padrão é respeitado a água é considerada potável.

## 2.2 Água e saúde

A saúde humana depende do suprimento de água potável segura, adequada, acessível e confiável. Ao longo da história a humanidade têm equacionado a água limpa com a saúde, mesmo antes de que essa relação fosse compreendida plenamente, no fim do século XIX (SELBORNE, 2001).

Ainda na idade antiga, entre os séculos 400 a 300 a.C., Hipócrates, reconhecido através dos séculos como o pai da medicina e autor do juramento que os médicos atuais fazem ao se graduarem, reconheceu o perigo da ingestão de uma água suspeita; prevenia sobre a necessidade de filtração e da fervura, afim de que a água pudesse ser considerada potável (ÁGUA..., 1978).

Vários códigos religiosos antigos incluíam regras para práticas higiênicas que ainda hoje são apropriadas. As populações humanas se familiarizaram também com a ideia de usar água uma só vez, para em seguida descartá-la; se a fonte de água sofresse uma contaminação, era sempre possível encontrar na proximidade outra fonte de água limpa (SELBORNE, 2001).

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2005b) define água potável como toda água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde.

Onde se tem conseguido atender à demanda de boa água potável, a nação tem progredido e os padrões de vida têm melhorado. Onde isso não se conseguiu, o progresso retarda e os padrões de vida permanecem baixos. O uso da água não satisfatória ou insalubre é, em geral, um dos maiores entraves para o desenvolvimento nacional e para a melhoria do nível de vida (Água..., 1978).

Até o final do último século, cerca de 1,4 bilhão de pessoas no mundo, 25% da população, não tinham acesso ao fornecimento regular de água, e 2,9 bilhões, 50% a 60% da população mundial, eram desprovidos de serviços sanitários básicos (SELBORNE, 2001).

De acordo com o Senso 2000 do IBGE (IBGE, 2002), 97,9% dos municípios do Brasil apresentam sistema de abastecimento de água, mas apenas 63,9% do número total de domicílios brasileiros recenseados são atingidos pela rede de distribuição. Dos domicílios atingidos por uma rede de distribuição, 7,2% são abastecidos por água sem nenhum tipo de tratamento.

Ainda segundo o senso de 2.000 (IBGE, 2002), os 2% dos municípios sem serviço de abastecimento de água por rede geral representam 116 municípios brasileiros, estando a maior

parte deles situadas nas regiões Norte e Nordeste. As principais alternativas para o abastecimento dessas populações são a utilização de chafarizes e fontes, poços particulares e abastecimento por caminhões pipas, bem como utilização direta de cursos de água.

Segundo Selborne (2001), 90% das doenças estão relacionadas com a qualidade da água no mundo em desenvolvimento e os sistemas de saneamento básico podem reduzir em 20% a 80% a incidência de doenças infecciosas, inibindo a sua geração e interrompendo a sua transmissão. Esse percentual se reflete em cinco milhões de pessoas que morrem anualmente por doenças transmitidas pela água para consumo e a falta de saneamento e de água para fins de higiene.

O grupo de bactérias conhecidas como coliformes termotolerantes é o principal indicador bacteriológico de potabilidade, tendo como representante principal a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (BRASIL, 2005b). O conhecimento da qualidade da água consumida por uma população pode determinar sua vulnerabilidade à doenças veiculadas pela água.

De acordo com Lorenzo (2006), o conceito de vulnerabilidade porta dois sentidos, um de susceptibilidade, sendo as características que nos deixam aptos a sermos lesados por um evento externo qualquer, e outro no sentido de risco, que se reporta à possibilidade de que a trajetória desse evento nos encontre em seu caminho. Em saúde pública, Lorenzo (2006, p. 300) conceitua vulnerabilidade como “o estado de sujeitos e comunidades nos quais a estrutura de vida cotidiana, determinada por fatores históricos ou circunstanciais momentâneos tem influência negativa sobre os fatores determinantes e condicionantes de saúde”. Dentre os fatores citados pelo autor estão a alimentação, a moradia, o saneamento básico e o meio ambiente.

Para Sánchez e Bertolozzi (2007, p. 323), o novo conceito de vulnerabilidade, em processo de construção, “supera o caráter individualizante e probabilístico do clássico conceito de “risco”, ao apontar a vulnerabilidade como um conjunto de aspectos que vão além do individual, abrangendo aspectos coletivos, contextuais, que levam à suscetibilidade a doenças ou agravos”. O conceito também leva em conta aspectos que dizem respeito à disponibilidade ou a carência de recursos destinados à proteção das pessoas.

Vários estudos têm sido realizados com o intuito de verificar a potabilidade da água em poços freáticos pelo fato dos mesmos serem mais suscetíveis a contaminação.

Boulomytis et al. (2008) em estudos realizados em poços freáticos da população rural dos municípios de Socorro, Estado de São Paulo, e Jacutinga e Pouso Alegre, Estado de

Minas Gerais, concluíram que 2/3 dos poços estavam fora dos padrões de potabilidade aceitos pelo Ministério da Saúde.

Amaral et al. (1994) analisaram poços freáticos na área urbana do município de Jaboticabal, Estado de São Paulo. Do total de 104 amostras, 92,12% apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes, estando em desacordo com a recomendação do Ministério da Saúde.

Souto et al. (2004) estudando 30 amostras de água de poços freáticos na periferia de Macapá, Estado do Amapá, constatou que 10 amostras estavam contaminadas por coliformes termotolerantes. De acordo com os autores a contaminação podia está relacionada a construção inadequada dos poços, permitindo assim, infiltração de águas superficiais e subsuperficiais contaminadas por microrganismos, devido a inexistência de saneamento básico na região.

Um interessante estudo foi realizado por Almeida, Fonseca e Silva (2005) em poços freáticos em uma comunidade situada em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, sendo demonstrada a contaminação por coliformes na maioria dos poços. Além da análise bacteriológica da água dos poços, procurou-se entender a percepção da comunidade em relação a água tratada e a eficiência das formas de tratamento praticadas pelos moradores. A pesquisa concluiu que apenas a filtração de água não tratada não é suficiente para torná-la própria para consumo e que os conceitos repassados pelas campanhas de saúde e pelos livros didáticos que água própria para consumo deve ser filtrada ou fervida devem ser substituídos pelo conceito de que se deve beber apenas água clorada e filtrada. Também foram realizados 98 exames de fezes com os moradores, com resultado positivo para 73 deles para algum tipo de parasita como *Ascaris lumbricóides*, *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* e *Hymenolepis nana*.

Vários microrganismos podem está presentes nas águas superficiais utilizadas para abastecimento humano. Alguns podem comprometer a qualidade da água, como algas e cianobactérias (WEHR; SHEATH, 2003; PÁDUA, 2006; SALES, 2009) ou serem agentes patógenos como bactérias, protozoários e pequenos animais (RUPPERT; BARNES, 1996). Oomicetos, conhecidos como fungos aquáticos, também podem estar presentes na água, embora sua interação com o organismo humano seja conhecida em apenas uma espécie.

### 3 OOMICETOS

#### 3.1 Características gerais dos Oomicetos

O filo Oomycota 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).

Apesar de todos os oomicetos dependerem de condições úmidas para dispersão de seus zoosporos, 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 zoosporos 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).

Oomicetos também podem parasitar animais aquáticos. Espécies parasitas de invertebrados ocorrem em rotíferas, nematódeos e artrópodes. Parasitas de nematódeos e artrópodes podem ter potencial no controle biológico de seus hospedeiros, como em larvas de mosquitos (DICK, 1990b).

Tradicionalmente o filo Oomycota tem sido tratado como fungos verdadeiros. Nas últimas cinco décadas ocorreu uma contínua reorganização na posição taxonômica do grupo.

Em 1858, Pringsheim associou espécies de Oomycota com certas algas, sendo sugerida novamente em 1956 por Copeland. Entretanto, devido a certos fatores como tradição e considerações práticas, os micologistas continuaram tratando Oomycota como fungos verdadeiros (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

Com o avanço das técnicas em microscopia e advento da biologia molecular a partir da década de 50 a posição taxonômica de Oomycota passou por várias alterações. De acordo com algumas propostas de classificação, Oomycota já foi locado nos reinos Chromista, Heteroconta, Protoctista e Stramenopila. A proposta mais recente de classificação do filo Oomycota, o coloca no reino Straminipila. (DICK, 1990b, 2001; ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

### 3.2 Oomicetos e economia

Segundo Dick (1990b), a importância econômica dos oomicetos está principalmente relacionada ao seu potencial patogênico, especialmente em plantas. A maioria dos oomicetos fitopatogênicos 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).

Entre 1845 e 1846, o oomiceto, *Phytophthora infestans*, foi responsável pela epidemia que devastou plantações de batata na Europa. A batata era uma riqueza trazida do Novo Mundo para a Europa, sendo facilmente adaptada às práticas das fazendas europeias. Por volta de 1840 o cultivo batata foi a principal cultura praticada nas fazendas irlandesas, além de ser o principal produto consumido pela população. A epidemia nas plantações de batata de 1845 a 1846 afetou drasticamente a Irlanda, ocasionando fome pelo país e a morte de mais de 1 milhão de pessoas, devido a devastação nas lavouras (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996; WINDHAM; WINDHAM, 2003).

Outro oomiceto, *Plasmopara viticola*, foi o responsável pela devastação de videiras e consequente declínio da indústria de vinho europeia (GOULD, 2003).

As consequências políticas e sociais das epidemias ocasionadas por *Phytophthora infestans* e *Plasmopara viticola* foram responsáveis pelo desenvolvimento e ligação entre novas áreas da micologia e fitopatologia no século XIX, como as pesquisas do míldio da videira que conduziram a descoberta dos primeiros fungicidas (GOULD, 2003; WEBSTER; WEBBER, 2007).

Dentre os oomicetos, o gênero *Pythium* apresenta o maior número de representantes responsáveis por quedas na produção agrícola e consequente perdas econômicas. Espécies fitopatogênicas de *Pythium* presentes no solo podem acarretar o apodrecimento de sementes, tombamento de plântulas e podridão radicular de vegetais, sendo especialmente problemático em estufas. Também são responsáveis pela podridão de partes moles de frutos carnosos e outros órgãos vegetais em contato com partículas do solo no campo, no armazenamento, no transporte ou no comércio (GOULD, 2006).

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).

No século XIX, peixes dos rios da Irlanda e Escócia apresentaram um grande índice de mortandade devido a saprolegniose, acometendo principalmente salmões e trutas. Atualmente a saprolegniose é relatada em escala mundial, provocando grandes perdas na piscicultura. Dentre os principais agentes responsáveis pela saprolegniose destacam-se os representantes dos gêneros *Achlya*, *Aphanomyces* e *Saprolegnia* (DICK, 2002).

Em 1903, o oomiceto *Aphanomyces astaci* foi o responsável pela doença da lagosta, responsável pela queda dramática na produção europeia do crustáceo. Lagostas das Américas foram introduzidas juntamente com seu parasita benigno, *A. astaci*, nos sistemas europeus. A falta de imunidade da lagosta europeia ao parasita provocou a destruição quase total de sua população nos rios europeus (DICK, 2002).

Apenas um oomiceto é conhecido como parasita de mamíferos. *Pythium insidiosum* é responsável por ulcerações na pele de vários mamíferos como equinos, bovinos, ovinos, animais domésticos como cães e gatos e até mesmo no homem. A doença é conhecida como pitiose e sua transmissão está relacionada com o contato de humanos e animais com a água contaminada pelo agente (DICK, 2002; SANTURIO et al., 2006).

A pitiose acomete principalmente equinos. No Brasil já foram registrados mais de 90 casos distribuídos entre os Estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Pará, Paraíba, Paraná e Rio de Janeiro, comprovando a provável distribuição de *P. insidiosum* por todo o Brasil. A pitiose equina representa um problema à criação de equinos, especialmente em regiões alagadiças como o pantanal brasileiro (SATURIO et al., 2006).

Segundo Dick (1990b), nenhum oomiceto é conhecido como uma importante fonte de produção econômica, embora haja potenciais produtores de polímeros de carbono na parede celular de Saprolegniaceae devido ao seu rápido crescimento e fácil cultivo.

### **3.3 Oomicetos no Piauí**

No Brasil, acerca de uma década atrás, eram conhecidos menos de 1/5 do total de espécies de oomicetos relatadas mundialmente. O pequeno número de oomicetos conhecidos no Brasil em relação ao resto do mundo pode ser explicado pelo reduzido número de micólogos trabalhando com oomicetos no país, apesar de sua grande área territorial. O estudo da diversidade de oomicetos 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 país (MILLANEZ, 1999).

Nos Estado do Piauí, o primeiro estudo da diversidade de oomicetos iniciou-se com o trabalho de tese de Rocha (2002), realizado no Parque Nacional de Sete Cidades, onde foram isoladas e descritas 36 espécies de oomicetos, sendo 75 delas os primeiros registros para o Estado do Piauí e 17 para o Brasil.

Em 2002 foi criado o Laboratório de Fungos Zoospóricos da UFPI juntamente com a Coleção de Cultura de Fungos Zoospóricos da UFPI. A criação do laboratório deu suporte a várias pesquisas com oomicetos no Estado por meio de Trabalhos de Conclusão de Curso e Dissertações de Mestrado<sup>2</sup>.

Os Trabalhos de Conclusão de Cursos concentraram-se na cidade de Teresina. Soares (2002), isolou 8 espécies nas lagoas do Parque Zoobotânico de Teresina. Pereira (2003) trabalhou com o levantamento de oomicetos em hortas comunitárias, isolando algumas espécies de interesse econômico como as do gênero *Pythium*. Nascimento (2004) estudou a diversidade de oomicetos em uma lagoa da capital, verificando a ocorrência de 11 espécies.

Nos anos de 2005 e 2006 foram realizados os primeiros estudos da diversidade de oomicetos nos rios da capital. Oliveira (2005) estudou a ocorrência de oomicetos no rio Poti através de coletas realizadas próximas à Floresta Fóssil da capital e Martins (2006) isolou 17 espécies no rio Parnaíba.

Ampliando os estudos sobre fungos zoospóricos no rio Parnaíba e, conseqüentemente, no Piauí, Negreiros (2008) desenvolveu a primeira pesquisa com oomicetos em nível de mestrado no Estado. O autor investigou a ocorrência de oomicetos às margens do rio Parnaíba, no município de Floriano, relacionando aqueles com potencial fitopatogênico, segundo literatura especializada, e as culturas suscetíveis praticadas pelos agricultores locais. Neste trabalho, detectou-se a ocorrência de importantes fitopatógenos, tais como *Aphanomyces cladogamus*, *Pythium mamillatum*, *P. periilum*, *P. aphanidermatum* e *P. ultimum* var. *ultimum*, que podem causar danos às culturas de interesse econômico dessa região.

Pereira (2008), abordando o mesmo tema, estudou a ocorrência de oomicetos fitopatógenos no campo agrícola da cidade de Nazária. Foram identificadas 15 espécies, a maioria pertencente ao gênero *Pythium* e com potencial fitopatogênico sobre uma ampla variedade de culturas como *Pythium aphanidermatum*, *P. graminicola*, *P. indigoferae*, *P. inflatum*, *P. mamillatum*, *P. myriotylum*, *P. periilum*, *P. perplexum*, *P. vexans* e *P. ultimum*

---

<sup>2</sup> Os dados estão disponíveis em: <<http://www.ufpi.br/fungoszoosporicos/>>. Acesso em: 13 set. 2009.

var. *sporangiferum*. *Pythiogeton*, *Pythium*, *Achlya*, e *Dictyuchus*. *Pythiogeton* foi o melhor representado, com quatro espécies isoladas.

Apesar do crescente número de pesquisas com oomicetos realizadas no Estado do Piauí, esse número ainda é reduzido se comparado com sua grande extensão. O fato de a maior parte de seu território ser ainda inexploradas na pesquisa de oomicetos faz com que nós conheçamos ainda muito pouco sobre a diversidade desses organismos no Estado.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da Área e pontos de coleta

O município de Timon, Estado do Maranhão, possui sede municipal localizada a 05° 05' de latitude sul e 42° 50' de longitude oeste, a 426 km por rodovia da capital do Estado, São Luís. Situado à margem esquerda do Rio Parnaíba, limita-se ao oeste com a capital do Piauí, Teresina, estando inserido no projeto Grande Teresina (PLANO..., 2002). Ocupa uma área de 1.886 km<sup>2</sup> com um clima quente e seco (SOUSA, 2005). A cobertura vegetal é caracterizada pela predominância do cerrado, que cobre 70% da área total do município (PLANO..., 2002). Possui uma população estimada de 144.333 habitantes, de acordo com o censo de 2007 (IBGE, 2007). A cidade foi fundada em 10 de abril de 1924 com a denominação de Flores, passando a denominar-se Timon pelo decreto lei estadual nº 820, de 30 de dezembro de 1943 (SOUSA, 2005).

Segundo o Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável de Timon (PLANO..., 2002), 60% da população rural do município são atendidos por sistemas de abastecimento de água simplificados com 20 poços em funcionamento. O presente estudo foi realizado nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Estado do Maranhão. Na região não há rede de distribuição de água. A água utilizada pelas comunidades é proveniente de poços freáticos escavados na maioria das residências. De acordo com a FUNASA de Timon, as populações dos três povoados somam 529 habitantes, constituindo 66 famílias distribuídas em 106 residências. Dos três povoados, foram selecionados 14 poços situados em um mesmo perímetro (Quadro 1, Figura 1) cuja captação de água é realizada de forma manual. Os poços selecionados constituem os pontos de coleta de amostras de água e solo para o estudo da diversidade de oomicetos e seu potencial patogênico, associados ao uso da água pelas comunidades estudadas.

Povoado	Poço	Coordenadas	
Banco de Areia	P1	05°04'58,8" S	42°55'16,2" W
	P2	05°05'14,2" S	42°55'17,8" W
	P3	05°05'12,4" S	42°55'21,2" W
	P4	05°05'05,1" S	42°55'30,4" W
	P5	05°05'06,7" S	42°55'35,0" W
Bacuri	P6	05°05'12,3" S	42°55'43,0" W
	P7	05°05'32,0" S	42°55'53,7" W
	P8	05°05'23,8" S	42°55'52,9" W
	P9	05°05'14,4" S	42°56'02,0" W
Roncador	P10	05°05'45,6" S	42°56'00,2" W
	P11	05°05'49,5" S	42°56'11,4" W
	P12	05°05'50,6" S	42°56'11,4" W
	P13	05°05'42,2" S	42°56'22,8" W
	P14	05°05'42,2" S	42°56'22,7" W

Quadro 1 –Distribuição geográfica dos poços freáticos selecionados para estudo por povoado.

#### 4.2 Análises físico-química e bacteriológica da água

Foram realizadas duas coletas de água entre abril e junho de 2009. De cada poço foram coletadas uma amostra de água em frascos de polietileno de 200 mL, para análise físico-química, e em sacos plásticos estéreis de 100 mL, para análise bacteriológica (Figura 2). As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor com gelo e transportadas ao Laboratório de Saneamento Ambiental do Centro de Tecnologia da UFPI para análise.

Para análise físico-química foram mensuradas a condutividade elétrica e a salinidade de cada amostra de água contidas nos frascos de polietileno por meio de medidor múltiplo de bancada, modelo inoLab® Multi 720 WTW. O parâmetro turbidez foi analisado por meio turbidímetro modelo plus microprocessado Alfakit.

Para análise de coliformes foi utilizado o teste cromogênico (Colilert). As amostras de água foram depositadas em balões volumétricos de 100 mL cada, acrescentando-se em seguida o conteúdo de uma cápsula de reagente Colilert. As misturas foram distribuídas em cartelas de contagem (Quanti-Tray/2000). As cartelas foram lacradas e incubadas em estufa a 35° C por 24 horas. Após esse período, fez-se a leitura das cartelas sob luz UV e contagem de coliformes através de consulta à tabela NMP (número mais provável).

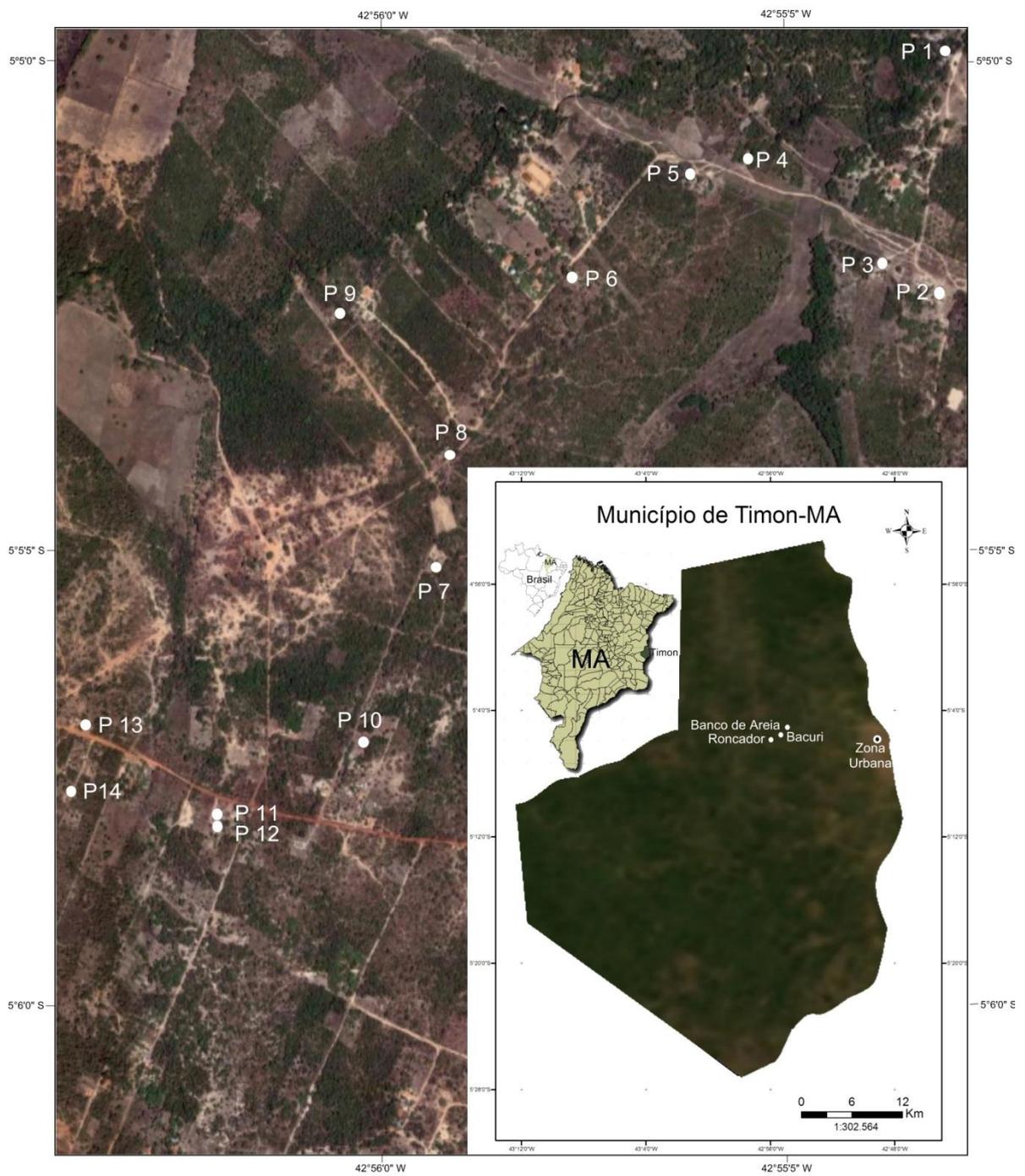


Figura 1 – Município de Timon e visão aérea da região estudada com a respectiva localização dos pontos de coleta P1 a P14 (Mapa adaptado do IBGE e programa Google Earth).

#### 4.4 Coleta e isolamento de Oomicetos

Foram realizadas seis coletas bimestrais de amostras de água e de solo em 14 poços entre maio de 2008 a junho de 2009 nos três povoados em estudos.

Para o estudo e isolamento da diversidade de oomicetos presentes nas amostras, utilizou-se a técnica descrita por Milanez (1989). As amostras de água foram coletadas em frascos de Wheaton de 75 mL e o solo em sacos plásticos com capacidade para 200 g (Figura 3). As amostras foram transportadas para o Laboratório de Fungos Zoospóricos da Universidade Federal do Piauí (LFZ-UFPI).

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, papel celofane, papel filtro), queratinosos (ecdise de cobra, cabelo, escama de peixe) e quitinoso (asa de cupim). Cada substrato foi anteriormente preparado para uso como “iscas” para os oomicetos, segundo técnicas específicas (MILLANEZ, 1989).

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

#### 4.5 Análise dos Oomicetos isolados

Após uma semana de colonização, as iscas foram observadas ao microscópio óptico. Aquelas colonizadas foram colocadas em placas de Petri com novos substratos para multiplicação dos isolados.

Os isolados do filo Oomycota foram purificados em meio de cultura maltose - peptona – agar (MP-5), para Pythiaceae e Pythiogetonaceae, e em farelo de milho-ágar com pimaricina, penicilina e estreptomicina (CMA + p.p.e) para Saprolegniaceae (MILLANEZ, 1989). Após crescimento da colônia pura, cubos de meio de cultura de 1 cm, cortados da margem da colônia, foram transferidos para placas de Petri esterilizadas contendo iscas novas e água destilada esterilizada, sendo em seguida incubados em temperatura ambiente (28°C-32°C).

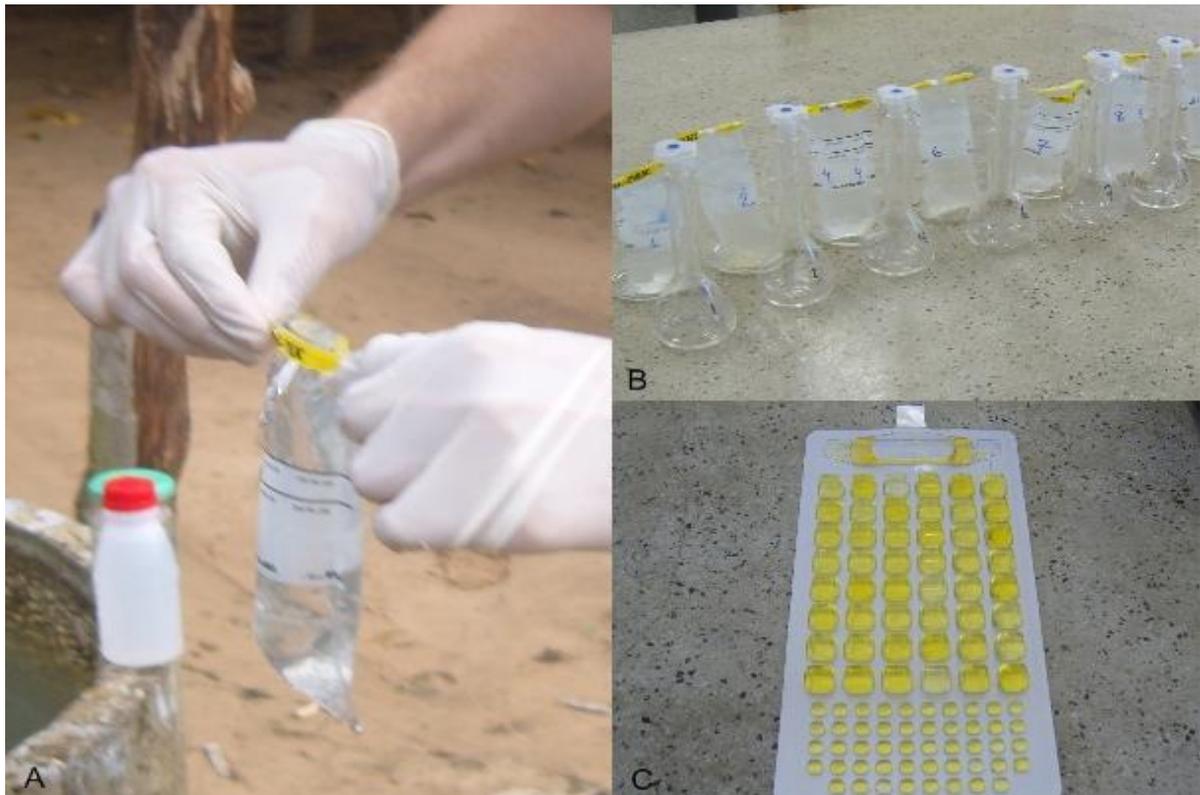


Figura 2 – Coleta de água para análise bacteriológica. A. Coleta de água para análise bacteriológica em saco plástico estéril; B. Amostras de água coletadas; C. Cartela de contagem de coliformes contendo a mistura de água coletada com reagente Colilert.



Figura 3 – Coleta de água e solo para isolamento de oomicetos. A. Coleta de água em frasco de Wheaton; B. Coleta do solo marginal ao poço.

Lâminas com iscas foram preparadas para observação dos isolados em microscópio óptico Olympus Cover-018. 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 Oomycota, utilizou-se os seguintes trabalhos: Sparrow (1960), Plaats-Niterink (1981), Dick (1990a, 2001), Alexopoulos, Mims e Blackwell (1996), Johnson, Seymour e Padgett (2002), além de outros trabalhos específicos.

Os táxons selecionados foram depositados na Coleção de Cultura de Fungos Zoospóricos da UFPI.

#### 4.6 Frequência e similaridade das espécies

A frequência relativa (F(%)) de cada espécie durante as coletas foi calculada segundo a relação:

$$F (\%) = \frac{Pa}{P} \times 100 \quad \dots(1)$$

Pa – número de ocorrência da espécie;

P – número total de ocorrência.

A similaridade das espécies entre os compartimentos água e solo, foi calculada através do Índice de Similaridade de Sorensen (Is (%)), onde se considera: Is = 0, sem similaridade; Is = 100%, completa similaridade; Is < 50%, baixa similaridade; Is = 50%, média similaridade e Is > 50%, alta similaridade. A presença de uma espécie em uma placa é considerada uma ocorrência, independente do número de substratos colonizados. (MÜELLER-DOMBOIS; ELLEMBERG, 1974 apud ROCHA, 2002).

$$Is (\%) = \frac{2C}{A+B} \times 100 \quad \dots(2)$$

A – número de espécies no compartimento 1;

B – número de espécies no compartimento 2;

C – número de espécies comuns para ambos os compartimentos.

#### **4.7 Identificação de oomicetos patógenos**

Após a análise dos isolados, foram identificados os oomicetos que apresentam relato de patogenicidade de acordo com a literatura especializada. Os táxons patógenos foram listados seguidos dos seus respectivos hospedeiros.

#### **4.8 Coleta de dados socioeconômico e cultural dos usuários dos poços**

Para coleta de dados socioeconômico e cultural, optou-se pela realização de entrevistas semi-estruturadas. A pesquisa foi encaminhada para cadastramento junto ao Comitê de Ética de Pesquisa da UFPI.

Foram entrevistados um morador de cada residência onde os poços em estudo estão situados. Foram abordados os aspectos socioeconômicos e culturais como: números de moradores, idade, sexo, renda, escolaridade, características gerais do poço, uso e manejo da água dos poços (APÊNDICE A).

As entrevistas foram gravadas com auxílio de um MP-4 e os dados tabulados para análise.

#### **4.9 Análise da vulnerabilidade das comunidades ao potencial patogênico aos organismos encontrados.**

Por meio da correlação entre os resultados da análise bacteriológica, oomicetos isolados, manejo da água e coleta de dados socioeconômico e cultural, foi observada a vulnerabilidade das comunidades estudadas a doenças usualmente oriundas do consumo de água não tratada.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Os poços freáticos**

Os poços freáticos apresentam estruturação diversificada. Os mais simples são escavados no solo, sem nenhuma proteção de suas paredes e de suas bordas (Figura 4A). Outros apresentam muretas de proteção das bordas com tampa (Figura 4C) e alguns poços são semimanilhados (Figura 4B). Os mais adequados apresentavam manilhamento interno formando sua parede e externo constituindo a mureta de proteção (Figura 4D).

A falta de manilhas na parede dos poços pode acarretar em seu soterramento, dependendo da estrutura do solo. A mureta serve de proteção contra queda de animais domésticos ou silvestres. A queda de animais pode provocar sua morte e putrefação no interior do poço, deixando a água imprópria para o consumo devido a alterações em sua insipidez e odor.

A proteção das suas bordas, além de evitar a queda de animais nos poços, serve de proteção contra restos vegetais como folhas e outros materiais trazidos pelo vento, como a dispersão de microrganismos que venham a contaminar os poços.

### **5.2 Caracterização físico-química e bacteriológica**

Para um melhor conhecimento da qualidade da água consumida pelas comunidades, foram realizadas análises físico-químicas e bacteriológicas da água.

#### **5.2.1 Análise bacteriológica**

Dos 14 poços estudados apenas um não apresentou contaminação por coliformes termotolerantes (Tabela 1). A Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005b) estabelece que a água para consumo humano deve apresentar ausência de coliformes



Figura 4 - Estrutura de alguns poços freáticos estudados. A. Poço sem mureta de proteção com parede sustentada pelo próprio solo; B. Poço semi-manilhado e sem mureta de proteção; C. Poço com mureta de proteção e parede interna sustentada pelo solo; D. Morador coletando água de um poço manilhado.

Tabela 1 – Análise bacteriológica da água de 14 poços freáticos nos 3 povoados no município de Timon, Ma.

Poço	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	
	1ª coleta	2ª coleta
P1	62	165
P2	>200	172
P3	<1	<1
P4	73	2
P5	42	200
P6	129	1
P7	78	-*
P8	>200	488
P9	64	78
P10	>200	206
P11	>200	387
P12	6	25
P13	>200	118
P14	38	>200

\*O poço P7 desmoronou antes da realização da segunda coleta, não sendo possível realizar a análise bacteriológica da água.

termotolerantes em 100 mL de água. A portaria abrange água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

Para contagem de coliformes termotolerantes na primeira coleta, utilizou-se cartelas com capacidade máxima de 200 NMP/100 mL. Os poços P2, P8, P10, P11 e P13 apresentaram valores acima de 200, não sendo possível estimar o valor preciso devido a limitação de contagem da cartela. P3 foi o único que não apresentou contaminação por coliformes. Dos que apresentaram contaminação, P12 foi o menos contaminado por coliformes termotolerantes, com 6 NMP/100 mL, ainda assim, fora do padrão de potabilidade. Os demais poços apresentaram contagem entre 42 e 130 NMP/100 mL.

Na segunda coleta, foram utilizadas cartelas com capacidade de contagem de 1 a 200 NMP/100 mL e de 1 a 2.419 NMP/100 mL. Cartelas de contagem de até 2.419 NMP/100 mL foram utilizadas apenas nas amostras dos poços que apresentaram contagem de coliformes acima de 200 NMP/100 mL na primeira coleta. Os poços P8, P11 e P14 apresentaram os maiores valores, 488, 387 e >200 NMP/100 mL, respectivamente. P4, P6 e P12 foram os menos contaminados, apresentando respectivamente 2, 1 e 25 NMP/100 mL. P3 foi o único que não apresentou contaminação. As demais amostras apresentaram valores entre 78 e 200 NMP/100 mL. O poço P7 desmoronou, não sendo analisado.

Os poços P1, P5, P9, P12 e P14 apresentaram aumento no número de coliformes termotolerantes entre a primeira e a segunda coleta, enquanto que P2, P4, P6 e P13 apresentaram redução no número de coliformes entre as duas coletas. P3 foi o único que permaneceu estável, sem contaminação. Não foi possível determinar o aumento ou redução no número de coliformes termotolerantes entre as duas coletas nos poços P8, P10 e P11 devido a limitação na contagem das cartelas utilizadas na primeira coleta.

Os níveis de contaminação dos poços estudados extrapolam consideravelmente os valores indicados pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2005b) para uma água considerada potável. No geral, 70,4% das 27 amostras de água coletadas apresentaram contaminação acima 50 NMP/100 mL, sendo 37% das amostras com concentrações acima de 200 NMP/100 mL. Sendo, para o parâmetro bacteriológico a água dos poços estudados não é considerada potável.

Castelini et al.(2007), pesquisando a qualidade da água em poços, observou o aumento na concentração de coliformes termotolerantes na maioria dos poços estudados com aumento das chuvas. Almeida et al. (2006), também estudando poços freáticos, observaram uma redução na concentração de coliformes termotolerantes com o aumento das chuvas, sendo o

fato atribuído a maior diluição dos coliformes na água dos poços.

Em nosso estudo, a precipitação acumulada entre os 30 dias que antecederam a primeira e segunda coleta registraram, respectivamente, 558 e 117 mm (INMET, 2009) (APÊNDICE B). A priori, os dados indicam não haver relação entre a precipitação na região e presença de coliformes termotolerantes nos poços, uma vez que o grau de contaminação não apresentou proporcionalidade equitativa com a distribuição e intensidade das chuvas.

Das residências onde os poços estão situados, apenas a residência de P2 apresenta fossa séptica, situando-se a 32 m do poço. A distância a partir de 30 m entre a fossa e o poço é considerada segura, podendo essa distância pode ser diminuída até 15 metros em função do conhecimento hidrogeológico da área em questão (SÃO PAULO, 1991). P2 apresentou nível de contaminação por coliformes acima de 170 NMP/100 mL, bem superior a P1, P3, P4, P5, P6, P7, P9 e P14, que apresentaram contagens inferiores a 80 NMP/100 mL em pelo menos uma das coletas e todas sem fossa séptica. Assim, a contaminação do poço P2 não demonstra estar relacionada com a presença da fossa séptica.

Independente da presença ou ausência de manilhas nas paredes dos poços foi constatada a contaminação. O mesmo fato foi verificado em relação a mureta, cobertura e tampa da entrada dos poços (Quadro 2). O poço P3 foi o único que não apresentou contaminação durante as duas coletas. Diferente dos outros poços, P3 apresenta captação de água por meio de bomba, permitindo que o poço permaneça sempre lacrado.

A priori, a contaminação dos poços possa está ocorrendo no manuseio, fato que explicaria a ausência de coliformes termotolerantes em P3. Contudo, não é possível afirmar que essa seja um dos principais fatores facilitadores de contaminação. Seria necessária uma amostragem maior de poços com as mesmas características de P3 além de um maior número de coletas para constatar a repetição dos dados.

Analisando as características individuais de cada poço, não foi demonstrada sua correlação com a presença dos coliformes, mas o conjunto dessas características em cada um torna-se um fator determinante para sua proteção à contaminação.

Não foi possível estabelecer com precisão a causa direta da contaminação dos poços. Estudos semelhantes realizados por Souto et al. (2004) estudando 30 amostras de água de poços freáticos na periferia de Macapá, apontaram a construção inadequada dos poços como a possível causa de sua contaminação. Independente da causa, a constatação da presença de coliformes termotolerantes na água de 13 poços da região por nós estudada, traduz-se em um problema de saúde pública, devendo as comunidades em que os poços estão localizados receber uma maior atenção das autoridades competentes.

. Poços	Profundidade	parede	Mureta de proteção	Cobertura	Proteção da borda	Captação d'água
P1	6	manilha	sim	sim	sim	manual
P2	10	manilha	sim	não	não	manual
P3	7	manilha	sim	sim	sim	bomba
P4	5	manilha	sim	não	não	manual
P5	12	manilha	sim	sim	não	manual
P6	10	semi manilhado	não	sim	sim	manual
P7	10	sem manilha	não	sim	sim	manual
P8	>20	manilha	sim	não	não	manual
P9	10	manilha	sim	sim	sim	manual
P10	8	manilha	sim	sim	não	manual
P11	7	manilha	sim	sim	não	manual
P12	8	manilha	sim	sim	não	manual
P13	13	sem manilha	sim	sim	sim	manual
P14	9	manilha	sim	sim	sim	manual

Quadro 2 – Características estruturais dos poços freáticos estudados.

### 5.2.2 Análise físico-química

Os resultados da análise físico-química da água demonstraram que a maioria dos poços estavam fora dos padrões de potabilidade da água recomendado pela Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005b).

A Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005b), recomenda que o pH da água em sistemas de abastecimento devam está entre 6,0 e 9,5, apesar de alguns autores questionarem a recomendação do pH acima de 8,5 (MACEDO, 2004). A maioria dos poços estudados apresentaram pH abaixo de 6,0 (Tabela 2).

Na primeira coleta, 50% dos poços apresentaram pH entre 4 e 5 e 43% apresentaram pH entre 5 e 6 (Figura 5). O poço P8 foi o que apresentou a água mais ácida, com pH 3. Não houve poços com pH acima de 6.

Na segunda coleta, a maioria dos poços, 61,5% apresentaram pH entre 5 e 6. 30,8% apresentaram pH entre 4 e 5 (Figura 5). Novamente P8 foi o que apresentou a água mais ácida, com pH 4,2. Apenas um, P12, apresentou pH acima de 6.

Tabela 2 – Caracterização físico-química da água de 14 poços freáticos em 3 povoados do Município de Timon, Ma.

Poços	1ª coleta					2ª coleta				
	Temperatura (°C)	pH	Condutividade elétrica	turbidez (UT)*	salinidade	Temperatura (°C)	pH	Condutividade elétrica	turbidez (UT)*	salinidade
P1	28,0	5,58	111	4	0,0	29,0	5,56	319	8	0,0
P2	29,9	5,6	226	28	0,0	30,0	5,05	404	57	0,0
P3	30,9	5,61	307	2	0,0	29,0	4,79	198	5	0,0
P4	28,0	4,9	196	36	0,0	28,5	5,26	135	5	0,0
P5	29,0	4,2	55	2	0,0	29,5	5,31	57	3	0,0
P6	27,0	5,78	117	7	0,0	30,0	6,64	150	27	0,0
P7**	27,0	4,8	162	50	0,0	-	-	-	-	-
P8	28,0	3,0	56	9	0,0	32,0	4,2	49	2	0,0
P9	28,0	4,8	146	2	0,0	29,0	5,08	188	15	0,0
P10	25,0	4,7	89	204	0,0	28,5	5,39	267	113	0,0
P11	27,0	4,7	219	24	0,0	29,5	5,07	276	4	0,0
P12	25,5	4,3	726	1	0,1	29,0	4,72	567	6	0,0
P13	28,0	5,9	385	3	0,0	29,0	5,05	171	2	0,0
P14	27,0	5,5	305	19	0,0	29,0	4,5	308	10	0,0

\*UT = unidade de turbidez

\*\*P7 desmoronou antes da segunda coleta.

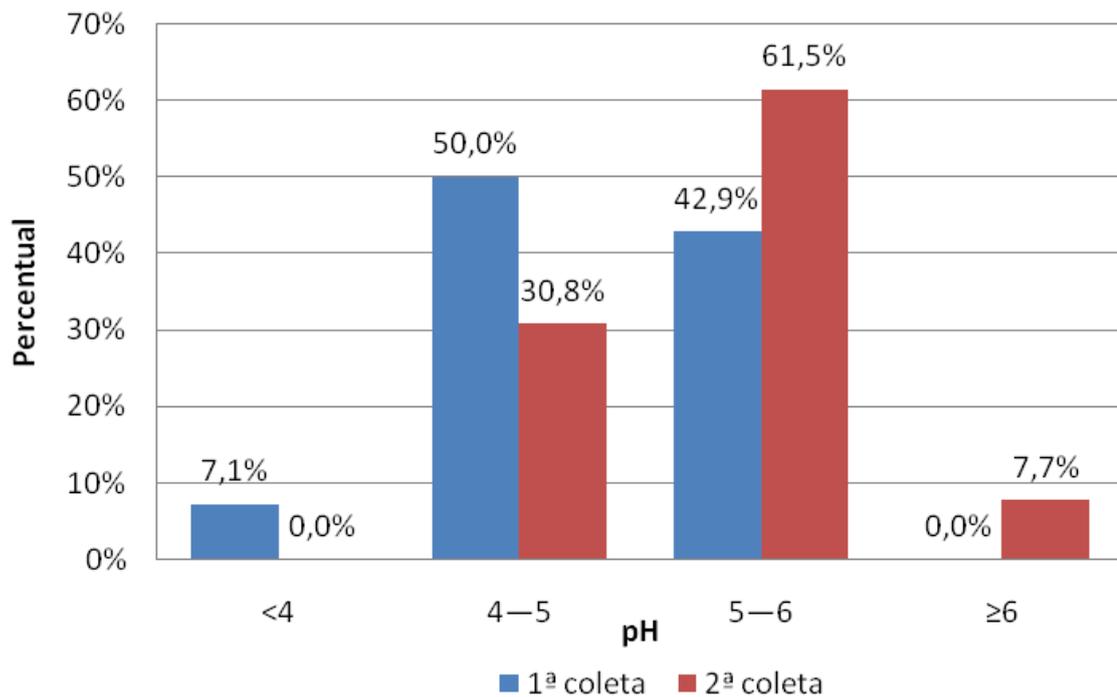


Figura 5 - pH da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.

A condutividade elétrica da água é a sua capacidade de conduzir corrente elétrica e depende da quantidade de sais nela dissolvidos. Sua determinação permite estimar de modo rápido a quantidade de íons, sem, no entanto, descrever sua natureza. O valor da condutividade em amostras com pH abaixo de 5 se deve a alta concentração de poucos íons. (PÁDUA; FERREIRA, 2006).

Outro parâmetro avaliado foi a turbidez. Segundo Pádua e Ferreira (2006), a turbidez da água deve-se à presença de matéria particulada na água, tanto orgânica como inorgânica, expressando, de forma simplificada sua transparência.

O valor máximo permitido (VMP) pelo Ministério da Saúde para turbidez da água após a desinfecção da água subterrânea é de 1 UT. Todos os poços apresentaram turbidez acima de 1 UT. A turbidez de mais de 50% dos poços obtiveram valores acima 5 UT nas duas coletas. O poço P10 apresentou os valores mais altos, 204,5 e 113,5 UT na primeira e segunda coleta, respectivamente.

Partículas em suspensão na água podem servir de abrigo físico para microrganismos. Altos valores de turbidez de origem orgânica podem proteger microrganismos dos efeitos da desinfecção (PÁDUA; FERREIRA, 2006).

Em relação a salinidade, a água dos poços apresentaram valores nulos, exceto para P12 que obteve salinidade 0,1 na primeira coleta.

A salinidade mede os teores de sais na água, podendo ser feita indiretamente pela condutividade elétrica. As salinidades das águas dos poços estão de acordo com a definição de água doce, cuja salinidade é igual ou inferior a 0,5 (BRASIL, 2008).

### 5.3 Oomicetos isolados

De um total de 156 oomicetos isolados, foram identificadas 17 espécies, todas sendo primeira citação para o Estado do Maranhão. Alguns são sapróbios na água e solo e outros patógenos em plantas e animais.

As 17 espécies isoladas estão distribuídas em duas ordens, quatro famílias e nove gêneros. O gênero *Pythium* Pringsheim apresentou a maior diversidade, com quatro espécies, *P. mamillatum*, *P. graminicola*, *P. paligenes* e *P. ultimum* var. *sporangiferum*, seguido de *Achlya* Nees von Esenbeck com 3 espécies, *A. dúbia*, *A. orion* e *A. flagellata*. *Dictyuchus* Leitget, *Aphanomyces* de Bary e *Pythiogeton* Minden apresentaram duas espécies cada, *D. pseudodictyion*, *D. sterile*, *A. keratinophilus*, *A. leavis*, *P. dichotomum* e *P. ramosum*, respectivamente. *Leptolegniella* Huneycutt, *Aphanodityon* Huneycutt ex Dick, *Brevilegnia* Coker & Couch e *Pythiopsis* de Bary foram representados apenas por uma espécie (Quadro 3).

Devido às constantes alterações na classificação do filo Oomycota, a posição taxonômica dos gêneros foi baseada nos trabalhos de Alexopoulos, Mims e Blackwell (1996), Dick (2001) e Johnson, Seymour e Padgett (2002), como discutido no decorrer do texto.

#### Ordem Saprolegniales

##### Família Leptolegniellaceae

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

Micélio intra ou extramatricial; ocasionalmente septado e com intervalos constrictos.  
Zoosporângios com ou sem ramificações, indiferenciado, emergindo do substrato;

## STRAMINIPILA

## Oomycota

## Oomycetes

## Saprolegniales

## Leptolegniellaceae

*Leptolegniella*1. *L. keratinophila*

## Saprolegniaceae

*Achlya*2. *A. dubia*3. *A. orion*4. *A. flagellata**Aphanodictyon*5. *A. papillatum**Aphanomyces*6. *A. keratinophilus*7. *A. leavis**Dictyuchus*8. *D. pseudodictyon*9. *D. sterile**Pythiopsis*10. *P. humphreyana**Brevilegnia*11. *B. linearis*

## Peronosporales

## Pythiaceae

*Pythium*12. *P. mamillatum*13. *P. graminicola*14. *P. paligenes*15. *P. ultimum* var. *sporangiferum*

## Pythiogetonaceae

*Pythiogeton*16. *P. dichotomum*17. *P. ramosum*

Quadro 3 - Oomicetos isolados de 14 poços freáticos nos povoados Banco de Areia, Bacuri e Roncador no município de Timon, Maranhão. Classificação segundo Alexopoulos, Mims e Blackwell (1996), Dick (2001) e Johnson, Seymour e Padgett (2002).

zoosporogênese intraesporangial. Zoosporos dimórficos ou ausentes; emergindo ou encistando dentro do zoosporângio. Oogônio extramatricial. Oosporos formados em seções indiferenciadas da hifa ou em protuberâncias laterais; plerótico e aplerótico; 1 a 14 por oogônio.

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

Figura 6.

Sapróbio em substrato queratinoso. Micélio intramatricial; raramente septado; ramificado; rizóides presentes, afinando-se em direção ao ápice. Zoosporângio e zoosporos não observados. Partes indiferenciadas do micélio funcionando como gametângio (oogônio). Oosporo frequentemente irregular; 8-12  $\mu\text{m}$  de diâmetro, parede 0,5-2  $\mu\text{m}$  de espessura, glóbulo de reserva 3,5-4  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

Substrato: ecdise de cobra.

Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas, São Paulo, Pernambuco e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: As características do espécime estudado concordam com a descrição original da espécie. Zoosporos e zoosporângios não foram observados. Na descrição original do gênero e espécie, Huneycutt (1952) classificou *Leptolegniella* como pertencendo a Saprolegniaceae. Adotamos a classificação de Dick (2001) que sugere a remoção do gênero para a família Leptolegniellaceae. Essa é a primeira citação para o Estado do Maranhão.

Família Saprolegniaceae

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

Monóico ou dióico. Zoosporângio fusiforme, naviculado, cilíndrico ou clavado; renovação simpodial, cimoso ou basipetalar. Zoosporos monomórficos ou dimórficos; liberação aclióide com zoosporos primários encistando-se após a liberação e aglomerando-se sobre o orifício de saída, ou adicionalmente de forma dictiucóide, traustotecóide ou com

esporos germinando de forma aplanóide. Gemas presente ou ausente, funcionando como zoosporângio, ou formando uma nova hifa na germinação. Oogônio lateral, terminal, intercalar ou sésil; formas variadas, predominantemente esférico ou piriforme; às vezes produzindo hifas ou proliferando, parede com ou sem poros, lisa ou ornamentada na superfície externa, lisa ou irregular na superfície interna. Oosporo cêntrico, subcêntrico, subexcêntrico ou excêntrico; ocasionalmente abortando; um a vários por oogônio. Ramos anteridiais presentes, ausentes ou com célula hipógina; díclino, monóclino, andrógino ou exígino. Célula anteridial predominantemente tubular ou clavada; contato com o oogônio de forma apical, lateral ou em projeções digitadas (JOHNSON; SEYMOUR; PADGETT, 2002).

#### Chave para espécies de *Achlya*

1. Zoosporângio com liberação aclióide e traustotecóide ..... *A. dubia*
1. Zoosporângio somente com liberação aclióide ..... 2
  2. Pedúnculo geralmente pendente e retorcido ..... *A. orion*
  2. Pedúnculo raramente pendente e nunca retorcido ..... *A. flagelata*

*Achlya dubia* Coker, Saprolegniaceae, p.135, pl. 49. 1923

Figura 7.

Colônia medindo 2 cm em semente de sorgo após duas semanas de crescimento em água destilada esterilizada. Hifa principal 10-37,8 µm de diâmetro. Gemas esparsas, filiforme, irregular, não ramificada, terminal, simples. Zoosporângio abundante; fusiforme, cilíndrico, clavado, naviculado; 188-317 µm de comprimento; sucessão simpodial; liberação em zoosporângios primários principalmente traustotecóide, ocasionalmente aclióide. Oogônio abundante; lateral; esférico ou piriforme, raramente subgloboso, 45-55 µm de diâmetro; proliferando; parede lisa com poros apenas a região de contato com a célula anteridial; pedúnculo 1-2 vezes o diâmetro do oogônio, reto, curvo ou levemente irregular. Oosporo excêntrico; frequentemente maturando, ocasionalmente abortando; esférico ou elipsóide; 3-7 por oogônio; 20-22,5 µm de diâmetro. Ramos anteridiais díclinos; frequentemente sem

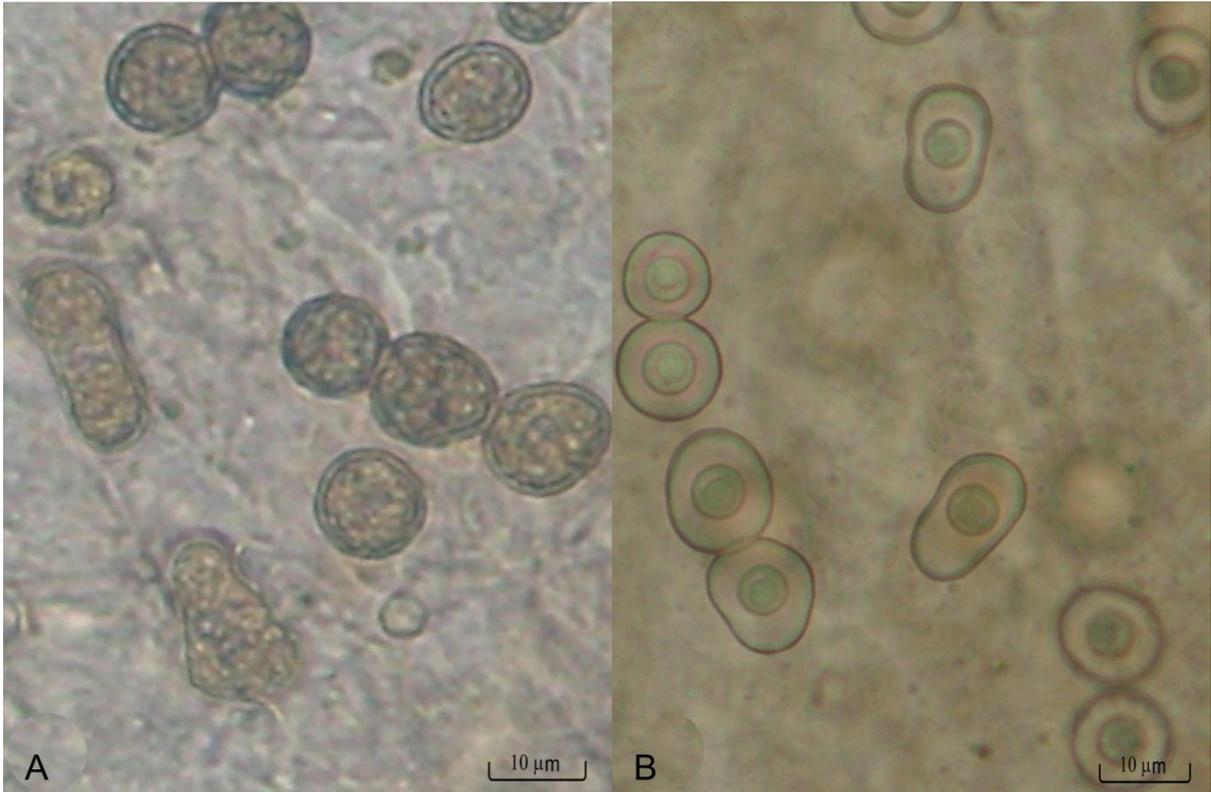


Figura 6 - *Leptolegniella keratinophila*: A - Oosporos em formação; B- Oosporos maduros em vários formatos.

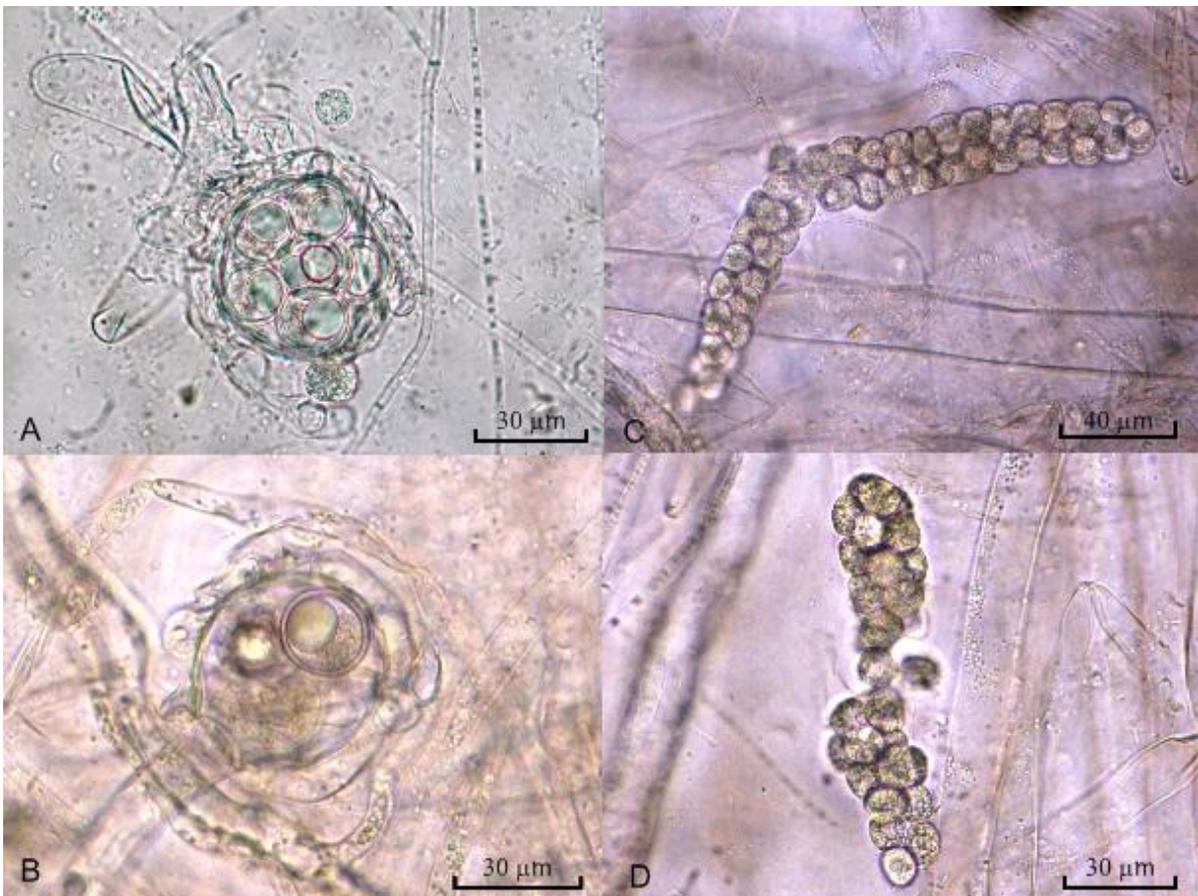


Figura 7 - *Achlya dubia*: A. Oogônio com vários oosporos excêntricos; B - Oogônio esférico destacando oosporo excêntrico; C-D. Zoosporângio traustotecóide.

ramificações; persistindo. Célula anteridial simples, tubular, clavada, ou irregular; persistindo; contato com o oogônio de forma digitada.

Substrato: semente de sorgo

Distribuição geográfica no Brasil: Minas Gerais e São Paulo (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: As principais características distintivas da espécie consistem na presença de zoosporângios com liberação aclióide e traustotecóide e oogônios geralmente esféricos. Essa é a primeira citação para o Estado do Maranhão e toda a região Nordeste.

*Achlya orion* Coker and Couch, Journal of the Elisha Mitchell Sci. Soc. 36:100. 1920

Figura 8.

Colônia medindo 1 cm de diâmetro em semente de sorgo após duas semanas. Hifa principal com 10-75 µm de diâmetro. Gemas esparsas, filiforme, simples, terminal. Zoosporângio esparsos, filiforme, clavado, reto, 90-225 µm de comprimento; renovação simpodial; liberação aclióide. Oogônio abundante, lateral; esférico, raramente angular ou ovóide, 30-52 µm de diâmetro; às vezes proliferando; parede lisa com poros apenas a região de contato com a célula anteridial; pedúnculo curvo ou retorcido, raramente reto e ramificado. Oosfera frequentemente maturando. Oosporo excêntrico; esférico, elipsóide ou piramidal por pressão mútua; 1-2(-4) por oogônio; 23-25 µm de diâmetro. Ramo anteridial monóclino, ocasionalmente andrógino; irregular; sem ramificações; persistindo. Célula anteridial simples; tubular a clavada; contato com o oogônio de forma digitada. Tubo de fertilização persistindo.

Substrato: semente de sorgo e palha de milho.

Distribuição no Brasil: Amazonas, Minas Gerais, São Paulo, Pernambuco e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: As características principais da espécie são pedúnculo curvo ou retorcido e 1 a 2 oosporo por oogônio. As características do espécime estudado estão de acordo com a descrição original. Essa é a primeira citação da espécie para o Estado do Maranhão.

*Achlya flagellata* Coker, Saprolegniaceae, p. 116. 1923.

Figura 9.

Colônia medindo 1,5-2,5 cm de diâmetro em semente de sorgo após duas semanas de crescimento. Hifa principal com 10-45  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Gemas abundantes, filiforme, irregular, simples, ramificada, terminal, intercalar, catenulada. Zoosporângio abundante; fusiforme, naviculado; 150-250  $\mu\text{m}$  de comprimento; renovação simpodial; liberação aclióide. Oogônio abundante; lateral, ocasionalmente terminal; esférico ou piriforme; 37,5-60  $\mu\text{m}$  de diâmetro; ocasionalmente proliferando; parede lisa e com poros; pedúnculo 1-4 vezes o diâmetro do oogônio, reto, infreqüentemente curvo. Oosporo excêntrico; esférico, elipsóide ou piramidal por pressão mútua; 1-2 (-4) por oogônio; 23-25  $\mu\text{m}$  de diâmetro; oosferas maturando ou abortando. Ramos anteridiaes díclinos; irregular; com ou sem ramificações; persistindo. Célula anteridial simples ou composta; tubular, clavada ou irregular; contato com o oogônio de forma digitada. Tubo de fertilização ocasionalmente presente.

Substrato: semente de sorgo, palha de milho.

Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pernambuco, Paraíba e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: As características do espécime estudado estão de acordo com a descrição original. Além dos substratos semente de sorgo e palha de milho, foi observada a colonização de *A. flagellata* em substrato queratinoso (escama de peixe), embora com desenvolvimento limitado a poucas hifas e produção de zoosporângios, raramente produzindo oogônio. A mais recente revisão do gênero *Achlya* feita por Johnson, Seymour e Padgett (2002) considera *A. flagellata* como sinonímia de *A. debaryana*. Um largo estudo da descrição e morfofisiologia de quatro espécies de *Achlya*, incluindo *A. flagellata*, sugerem que as mesmas pertençam a uma única espécie. Por conveniência, optou-se considerar o espécime estudado como *Achlya flagellata*.



Figura 8 – *Achlya orion*. A. Oogônio com dois oosporos excêntricos, ramo anteridial andrógino e pedúnculo curvo; B. Oogônio com pedúnculo retorcido; C. Oogônio com três oosporo e ramo anteridial andrógino; D. Célula anteridial em contato com o oogônio.



Figura 9 – *Achlya flagellata*. A. Oogônio com três oosporos excêntricos; B. Oogônio com um oosporo excêntrico e ramo anteridial díclino.

*Aphanodictyon* Huneycutt ex Dick, Trans. Brit. Mycol. Soc. 57:422. 1971.

Monóico. Micélio muito ramificado. Esporângio de formas variadas, predominantemente globoso, subgloboso, clavado, cilíndrico ou capitado; lateral na hifa principal; parede evanescente. Zoosporos monomórficos; emergindo individualmente de cistos formados no zoosporângio. Oogônio esférico a irregular, lateral; parede ornamentada e sem poros; pedúnculo delgado, comprimento variável. Oosporo excêntrico; 1-8 por oogônio. Ramos anteridiaes monóclino ou díclino (JOHNSON; SEYMOUR; PADGETT, 2002).

*Aphanodictyon papillatum* Huneycutt ex Dick, Trans. Brit. Mycol. Soc. 57:422. 1971

Figura 10.

Monóico. Hifas delgadas, ramificadas. Gemas ausentes. Esporângio globoso, subgloboso, clavado ou capitado, às vezes assimétrico; 17-30 µm de diâmetro; parede evanescente. Zoosporos encistando-se dentro do zoosporângio; cisto poligonal. Oogônio lateral; esférico, elipsoide, piriforme; 15-33 µm de diâmetro; parede com papilas, ornamentações cônicas ou cilíndricas. Oosporos excêntrico; subsférico, oval, elipsoide ou piramidal. 1-5 por oogônio; 13-20 µm de diâmetro. Ramos anteridiaes monóclino ou díclino; sem ramificações; persistindo. Células anteridiaes não delimitadas. Tubo de fertilização não observado.

Substrato: ecdise de cobra.

Distribuição geográfica no Brasil: Minas Gerais e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: O gênero *Aphanodictyon* apresenta uma única espécie, sendo descrito por Huneycutt (1948) dentro de Saprolegniaceae. Dick (1971) posicionou o gênero para Leptolegniellaceae, argumentando que o mesmo possuía características que distorciam de Saprolegniaceae. No presente trabalho, optou-se pela primeira classificação do gênero, baseado em Johnson, Seymour e Padgett (2002) que considera *Aphanodictyum* como um gênero dentro de Saprolegniaceae. O gênero foi citado pela primeira no Brasil por Rocha (2002) em coletas no Parque Nacional de Sete Cidades no Estado do Piauí. Essa a primeira citação para o Estado do Maranhão.

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

Monóico. Micélio delgado; hifas ramificadas. Gema ausente. Esporângio filamentosos; diâmetro igual ao da hifa vegetativa. Zoosporos dimórficos. Zoosporos primários arranjados em uma única fileira no zoosporângio, emergindo como células alongadas, encistando após a liberação e aglomerando-se de forma esférica ou irregular sobre o orifício de liberação do zoosporângio. Zoosporos secundários lateralmente biflagelados, reniforme. Oogonio lateral, terminal ou intercalar; esférico ou subsférico; parede sem poros, externamente lisa ou ornamentada, internamente lisa ou irregular internamente; pedúnculo de comprimentos variados, ramificado ou não. Oosporos cêntrico ou subcêntrico; 1 por oogônio. Ramos anteridiaais, quando presente, andróginos, monóclinos ou díclinos. Células anteridiaais, quando produzidas, tubular, clavado ou subglobosa; contato lateral ou apical com o oogônio.

Chave para espécies de *Aphanomyces*

1. Colonização em substratos queratinosos; ramos anteridiaais ramificados e envolvendo profusamente o oogônio, mas nunca o pedúnculo ..... *A. keratinophilum*
1. Colonização em substratos quitinosos ou celulósicos; ramos anteridiaais não ramificados, às vezes envolvendo o pedúnculo, mas nunca o oogônio ..... *A. leavis*

*Aphanomyces keratinophilus* (Ookubo and Kobayasi) Seymour and Johnson, Mycologia 65:1317, figs. 1-11. 1973

Figura 11.

Monóico. Gema ausente. Zoosporângio filamentosos, raramente observado. Zoosporos formando um aglomerado esférico de cistos na extremidade do zoosporângio após a liberação. Oogônio lateral, terminal ou intercalar; único ou em cadeia de dois ou três; esférico ou subsférico, 20-28 µm de diâmetro; raramente filiforme, 25-50 µm de comprimento; parede lisa e sem poros, ocasionalmente papilada. Oosporo subcêntrico; esférico, frequentemente elipsoide em oogônios filiformes; 1 por oogônio esférico, 17-21 µm de diâmetro; 1-3 por oogônio filiforme, 10-13x17-20 µm de diâmetro. Ramos anteridiaais abundantes, ou raramente observados em determinadas linhagens; quando abundante, monóclino ou andrógino,



Figura 10 – *Aphanodictyon papillatum*. A. Oogônio contendo dois oosporo excêntricos; B. Oogônio apresentando projeções papiladas em sua superfície; C-D. Zoosporângio com vários zoosporos encistados.



Figura 11 – *Aphanomyces keratinophilus*. A. Oogônio com oosporo cêntrico, ramo anteridial monóclino envolvendo profusamente o oogônio; B. Oogônio e ramo anteridial andrógino; C. Ramo anteridial monóclino e célula anteridial em contato com o oogônio; D. Oogônio filiforme envolvido profusamente por ramos anteridiais.

ocasionalmente díclico, ramificado ou não, frequentemente envolvendo profusamente o oogônio; quando raros, monóclino, não ramificado e sem envolver o oogônio. Células anteridiais simples, clavada e persistindo em linhagens com ramos anteridiais raros; não observadas em linhagens com ramos anteridiais abundantes.

Substrato: ecdise de cobra, cabelo.

Distribuição geográfica no Brasil: Piauí (ROCHA, 2002; NEGREIROS, 2008).

Comentários: As principais características distintivas de *A. keratinophilus* são a afinidade por substratos queratinosos e a presença abundante de ramos anteridiais envolvendo profusamente o oogônio. Em um grupo das linhagens isoladas neste estudo, raramente foram observados ramos anteridiais, e quando observados, ocorreram sem ramificação e com uma única célula anteridial conspícua.

Karling (1976 apud JOHNSON; SEYMOUR; PADGETT, 2002) isolou do solo um espécime de *Aphanomyces* por meio de ecdise de cobra e cabelo humano. Este isolado apresentava parede interna e externamente lisa e ramos anteridiais muito raros. O espécime não pode ser cultivado e Karling não o identificou com certeza, denominando-o de *Aphanomyces sp.* Johnson, Seymour e Padgett (2002) afirmam que faltam maiores estudos sobre o isolado de Karling e o consideram, por conveniência, como uma variante de *A. keratinophilus*, como o substrato sugere.

Baseado no exposto acima, as linhagens com ramos anteridiais raros foram consideradas como *A. keratinophilus*. A mesma encontra-se depositada na Coleção de Cultura de Fungos Zoospóricos da UFPI para posteriores estudos.

*A. keratinophilus* foi isolado pela primeira no Brasil por Rocha (2002) em coletas no Parque Nacional de Sete Cidades no Estado do Piauí. Essa a primeira citação para o Estado do Maranhão.

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

Figura 12.

Monóico. Hifas ramificadas, geralmente isodiamétricas. Gemas ausentes. Zoosporângio filamentosos. Zoosporos formando um aglomerado esférico de cistos na extremidade do zoosporângio após a liberação. Oogônio lateral ou terminal, esférico ou

subesférico; (17,5-) 22,5-30 µm de diâmetro; parede sem poros, lisa externa e internamente; pedúnculo até 4 vezes o diâmetro do oogônio, ocasionalmente ramificados. Oosporo cêntrico ou subcêntrico, 1 por oogônio, geralmente não o preenchendo; (12,5-) 18-25 µm de diâmetro. Ramos anteridiaes frequentemente monóclinos, às vezes díclino ou andrógino; 1 (-3) por oogônio; não envolvendo o oogônio ou hifas adjacentes; persistindo. Células anteridiaes clavadas; contato apical com o oogônio; uma por ramo anteridial; persistindo; tubo de fertilização geralmente presente, persistindo.

Substrato: asa de cupim.

Distribuição geográfica no Brasil: São Paulo e Piauí (MILLANEZ et al., 2007)

Comentários: O isolado apresentou colonização estritamente em substrato quitinoso. As características do espécime concordam com a descrição original da espécie, exceto pelo contato da célula anteridial com o oogônio de forma apical. Concorda com Pires-Zottarelli (1999) que cita células anteridiaes em contato apical com o oogônio e difere de Rocha (2002) que apresentou células anteridiaes envolvendo firmemente o oogônio. Segundo Johnson, Seymour e Padgett (2002) *A. leavis* tem sido descrito com características estruturais variadas, principalmente em relação aos ramos anteridiaes. Essa é a primeira citação para o Estado do Maranhão.

*Dictyuchus* Leitgeb, Jahrb. Wiss. Bot. 7:374.1869-70

Monóico ou dióico. Gemas raramente presentes. Zoosporângio cilíndrico a clavado, renovação simpodial, infreqüentemente basipetalar; freqüentemente desarticulando. Zoosporos monomórficos; encistando dentro do zoosporângio e emergindo individualmente do cisto com formato reniforme. Oogônio lateral ou terminal; esférico ou piriforme, ocasionalmente levemente irregular; parede sem poros ou com poros somente na região de contato com a célula anteridial, lisa. Pedúnculo com comprimentos variáveis. Oosporo excêntrico, 1 por oogônio. Ramos anteridiaes díclinos, monóclinos ou andróginos; freqüentemente envolvendo o oogônio. Células anteridiaes simples, lateralmente digitada; freqüentemente envolvendo parcialmente o oogônio (JOHNSON; SEYMOUR; PADGETT, 2002).

Chave para espécies de *Dictyuchus*

1. Oogônio presente ..... *D. pseudodictyon*  
 1. Oogônio nunca observado ..... *D. sterile*

*Dictyuchus pseudodictyon* Coker and Braxton, J. N. Couch, J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 6:228. 1931.

Figura 13.

Colônia medindo 1,5 cm em semente de sorgo após duas semanas de crescimento. Monóico. Gemas ausentes. Zoosporângio fusiforme ou clavado; reto, ocasionalmente ramificado, renovação simpodial; 95-300 µm de comprimento. Zoosporos encistados dentro do zoosporângio, liberação de forma dictiucóide. Oogônio lateral, ocasionalmente terminal; esférico ou obpiriforme; Oogônio lateral, ocasionalmente terminal; 30-35 µm de diâmetro; parede sem poros, lisa. Oosporo excêntrico; esférico ou oval; 1 por oogônio; 26-30 µm de diâmetro. Ramos anteridiais andróginos ou monóclinos; envolvendo o oogônio; persistindo.

Substrato: semente de sorgo, palha de milho.

Distribuição geográfica no Brasil: São Paulo, Paraíba, Pernambuco e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: As características do espécime estudado concordam com a descrição original da espécie. Essa é a primeira citação para o Estado do Maranhão.

*Dictyuchus sterile* Coker, Saprolegniaceae, p. 151. 1923

Hifas ramificadas. Zoosporângios decíduos; frequentemente flutuando entre a colônia; fusiforme; até 300 µm de comprimento. Zoosporos encistando dentro do zoosporângio; geralmente dispostos em uma única fileira próximo à base do zoosporângio, ocasionalmente dispostos em uma única fileira em todo o comprimento do zoosporângio. Oogônio e anterídio não formados.

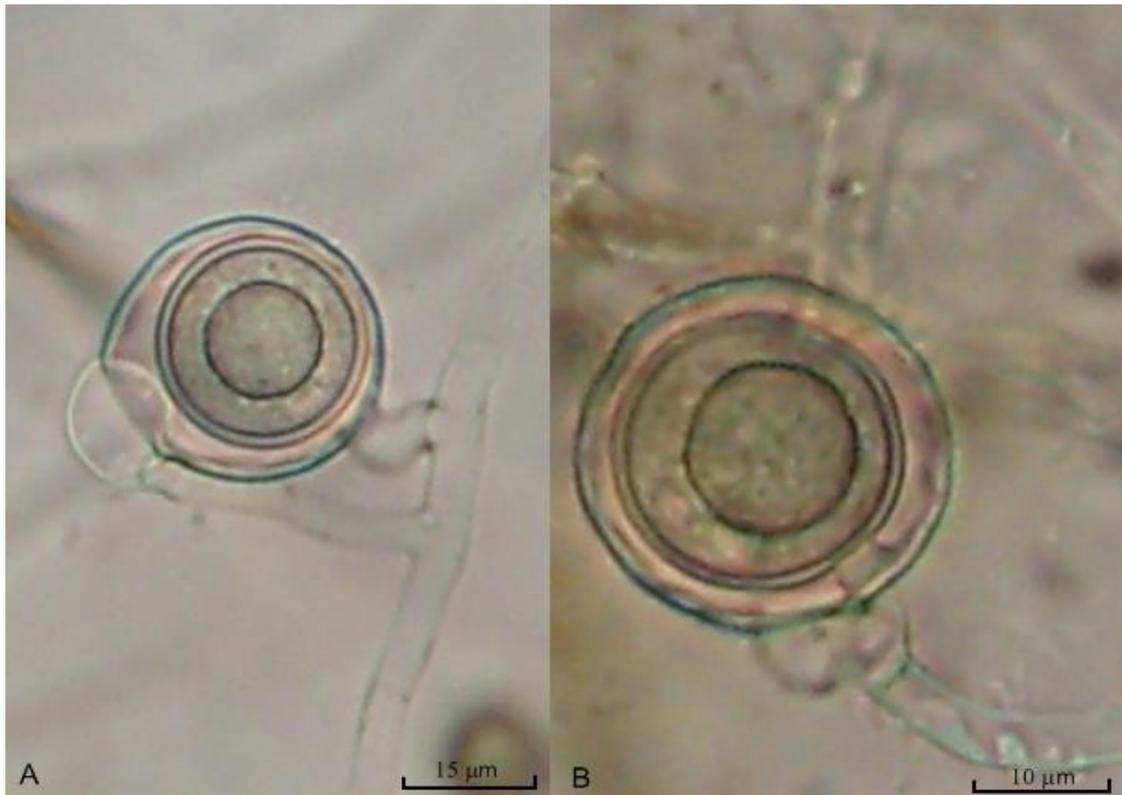


Figura 12 – *Aphanomyces leaves*: A. Oogônio com oosporo cêntrico e anterídio monóclino; B. Oogônio com oosporo subcêntrico, tubo de fertilização visível.



Figura 13 – *Dictyuchus pseudodictyon* A. Oogônio com oosporo excêntrico profusamente envolvido pelo anterídio; B. Zoosporângio e oogônio com bases próximas, partindo da mesma hifa; C. Conjunto de zoosporângios com zoosporos encistados internamente.

Substrato: Semente de sorgo, palha de milho.

Distribuição geográfica no Brasil: Piauí (NEGREIROS, 2008; PEREIRA, 2008).

Comentários: As principais características do espécime é a ausência de oogônios e anterídios e a presença de zoosporângios decíduos. Segundo Johnson, Seymour e Padgett (2002) *D. sterile* já foi considerado uma espécie dióica de *Dictyuchus*. Já foi sugerida sua sinonímia com *D. monosporus* devido a presença de zoosporângios decíduos. De acordo com Johnson, Seymour e Padgett (2002) o nome *sterile* é dessa forma ambíguo em sua aplicação e por essa razão pode ser excluído.

*Brevilegnia* Coker and Couch, Coker, J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 42:212. 1927.

Monóico. Gemas presentes ou ausentes. Zoosporângio cilíndrico a clavado; renovação simpodial; algumas vezes desarticulando da hifa. Zoosporos monomórficos ou não natantes, liberados pela deliquescência da parede do zoosporângio ou, em algumas espécies, de forma aclióide. Oogonio lateral ou terminal, esférico, obpiriforme a obavado, algumas vezes irregular; parede sem poros, lisa ou com leves protuberâncias irregulares ou ornamentações esparsas. Oosporo excêntrico, 1 por oogônio, esférico. Ramos anteridiaais, quando presentes, andróginos, monóclinos ou díclinos. Célula anteridial simples, contato lateral ou apical com o oogônio (JOHNSON; SEYMOUR; PADGETT, 2002).

*Brevilegnia linearis* Coker and Braxton ex Coker, J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 42:214. 1927.

Figura 14.

Colônia com 1,5 cm de diâmetro após duas semanas de crescimento. Hifas delgadas, muito ramificadas, 10-22 µm de diâmetro. Zoosporângio abundante, longo e cilíndrico, 260-450 x 8-10 µm, curvo ou irregular; renovação simpodial, frequentemente desarticulando, sem ramificações. Zoosporos dispostos em uma única fileira no zoosporângio, monomórficos com descarga brevilenóide. Gemas ausentes. Oogônio abundante, lateral, raramente terminal; esférico; 15-20 µm de diâmetro; irregular ou assimétrico; parede lisa, às vezes ligeiramente irregular; pedúnculo com 3,7-3,9 µm de diâmetro, irregular ou contorcido, frequentemente

curvo e sem ramificações. Oosporo excêntrico, esférico, 1 por oogônio, frequentemente não o preenchendo. Ramos anteridiaes abundantes, predominantemente andróginos, raramente díclinos; delgado, irregular, sem ramificações. Células anteridiaes simples, tubulares ou clavadas. Tubo de fertilização não observado.

Substrato: semente de sorgo.

Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas, São Paulo e Minas Gerais (MILANEZ; PIRES-ZOTTARELLI; GOMES, 2007).

Comentários: As principais características da espécie são a presença de zoosporos dispostos em uma única fileira e anterídios andróginos. A descrição do espécime está de acordo com a descrição original. Os oogônios apresentaram-se bem menores do que os descritos por Gomes (2006), que descreve oogônios de 20-27,5 µm de diâmetro. Essa é a primeira citação para o Estado do Maranhão e toda região Nordeste.

*Pythiopsis* de Bary, Bot. Zeitung (Berlin) 46: 609. 1888.

Monóico. Zoosporângio curto, esférico, oval, lobulado, piriforme, ou longo, cilíndrico a pouco clavado, e levemente irregular; tubo de liberação conspicuo ou longo, frequentemente terminal, ocasionalmente lateral posicionado próximo à base do zoosporângio; ocasionalmente com mais de uma papila; renovação simpodial, algumas vezes formando aglomerados de zoosporângio em uma curta hifa, ou renovação basipetalar. Zoosporos monomórficos e primários, nadando imediatamente após a liberação. Gema frequentemente abundante com forma semelhante ao zoosporângio; frequentemente catenulada. Oogônio lateral ou terminal, esférico, oval ou piriforme; parede sem poros, lisa, ondulada ou esparsamente papilada, frequentemente com uma ou mais ornamentações longas e cilíndricas. Pedúnculo frequentemente simples, curto, ramificado. Oosporo subexcêntrico, cêntrico ou subcêntrico; geralmente um a três por oogônio. Ramos anteridiaes andróginos, monóclinos ou díclinos; simples e curto. Células anteridiaes clavadas, contado apical com o oogônio (JOHNSON; SEYMOUR; PADGETT, 2002).

*Pythiopsis humphreyana* Coker, Mycologia 6:292, pl. 148, 1914.

Figura 15.

Colônia medindo 1 cm de diâmetro em semente de sorgo após duas semanas. Hifas com 10-45  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Gemas esparsas, filiforme ou irregular, simples, terminal. Zoosporângio abundante, esférico, a oval, filiforme, curvo, irregularmente cilíndrico ou lobulado a ramificado; esféricos 30-50  $\mu\text{m}$  de diâmetro, filiformes até 112  $\mu\text{m}$  de comprimento; renovação cimosa ou simpodial; ocasionalmente surgindo sobre um pequeno oogônio terminal, tubo de liberação conspícuo. Gemas esparsas. Oogônio lateral ou terminal, infreqüentemente intercalar; quando jovem, semelhante a um zoosporângio esférico; esférico a subesférico, piriforme; 22,5-55  $\mu\text{m}$  de diâmetro; às vezes com contorno irregular ou com uma a mais papilas conspícuas. Pedúnculo até 3 vezes o diâmetro do oogônio em extensão. Oosporo subcêntrico, esférico a elipsóide; 22,5-30  $\mu\text{m}$ , 1-3 (-4) por oogônio e geralmente não o preenchendo. Ramos anteridiaes andróginos ou monóclinos, curto e irregular; persistindo. Células anteridiaes clavadas a cilíndricas, freqüentemente curva, raramente hipógina; contato apical; tubo de fertilização presente e persistindo.

Substrato: semente de sorgo, asa de cupim.

Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas, Minas Gerais e São Paulo (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: O espécime estudado apresentou zoosporângios formados sobre o oogônio. Essa é a primeira citação da espécie para o Maranhão e toda região Nordeste. O espécime encontra-se depositado na Coleção de Cultura de Fungos Zoospóricos da UFPI como ZFBR-146.

Ordem Peronosporales

Família Pythiaceae

*Pythium* Pringsheim, Jahrb. Wii. Bot., 1:304, 1858.



Figura 14 – *Brevilegnia linearis*: A. Oogônio com oosporo excêntrico, anterídio andrógino; B. Célula anteridial em contato apical com o oogônio; C-D. Zoosporos encistados em uma única fila dentro do zoosporângio.



Figura 15 – *Pythiopsis humphreyana*: A. Oogônio intercalar com três oosporos subcêntrico, anterídio monóclino; B. Oogônio e anterídio andrógino; C. Zoosporângio originado sobre um oogônio; D. Zoosporângio irregular.

Monoico ou dioico. Micélio bem desenvolvido, muito ramificado, com ou sem apressório; algumas vezes formando complexos desordenados, elementos toruloídes e clamidósporos. Zoosporângio geralmente presente; subsférico, filamentoso, lobulado ou toruloíde; lateral, terminal ou intercalar; com ou sem proliferação interna; formação de zoosporos dentro de uma vesícula externa formada sobre o tubo de liberação. Oogônio globoso, subgloboso, esféricos ou elipsoides; terminal ou intercalar; parede lisa ou ornamentada com projeções espinhosas, papiladas ou onduladas. Oosporo plerótico ou aplerótico; geralmente 1 por oogônio; parede lisa ou reticulada. Anterídio ausente ou presente, um a vários por oogônio; monóclino, díclino ou hipógino; pedunculado ou sésil. Célula anteridial de forma variada; contato apical ou lateral (SPARROW, 1960; PLAATS-NITERINK, 1981; DICK 2002; ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996).

#### Chave para espécies de *Pythium*

- 1. Zoosporângio toruloíde ..... *P. graminicola*
- 1. Zoosporângio globoso ou subgloboso ..... 2
  - 2. Oogônio com parede ornamentada ..... *P. mamillatum*
  - 2. Oogônio com parede lisa ..... 3
- 3. Zoosporângio frequentemente proliferando ..... *P. paligenes*
- 3. Zoosporângio nunca proliferando ..... *P. ultimum* var. *sporangiiferum*

*Pythium graminicola* Subramaniam, Bull. Agric. Res. Inst. Pusa 177:5, 1928 (como 'graminicolum').

Figura 16.

Homotálico. Apressório subsférico ou irregular. Zoosporângio toruloíde, terminal ou intercalar, consistindo de complexos inflados, filamentosos ou irregulares. Oogônio terminal e intercalar; liso, globoso, (14-) 19,5-25 (-27)  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Anterídio 1-3 (-4) por oogônio, predominantemente monóclino, ocasionalmente díclino; ramos anteridiais com origem distante do oogônio; célula anteridial em forma de gancho, clavada, em curto contato apical com oogônio, persistindo após a fertilização. Oosporo único, plerótico (índice 76,8%),

globoso, (13,5-) 19-23 (-24)  $\mu\text{m}$  de diâmetro; parede (1,5-) 1,9-2  $\mu\text{m}$  de espessura. Ooplasto (6,5-) 9-13  $\mu\text{m}$  de diâmetro (índice 20,8%).

Substrato: palha de milho, epiderme de cebola.

Distribuição geográfica no Brasil: Distrito Federal, São Paulo e Piauí (MILLANEZ et al., 2007; PEREIRA, 2008).

Comentários: O espécime apresentou parede do oosporo menores que os citados por Plaats-Niterink (1981) que menciona parede acima de 3  $\mu\text{m}$  de espessura. Pereira (2008) cita oosporos com parede em média com 2,5  $\mu\text{m}$  de espessura. Essa é a primeira citação da espécie para o Estado do Maranhão.

*Pythium mamillatum* Meurs, Wortelrot veroorzaakt door schimmels uit de geslachten *Pythium* en *Aphanomyces*. Dissertation University of Utrecht, p. 44. 1928.

Figura 17.

Homotálico. Hifas com até 6  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Zoosporângio globoso ovoide ou elipsóide, intercalar ou lateral, 15-23  $\mu\text{m}$  em diâmetro, liso; tubo de liberação com até 25  $\mu\text{m}$  de comprimento. Oogônio globoso ou subgloboso, 15-20 (22,5)  $\mu\text{m}$  de diâmetro; parede ornamentada com projeções obtusas, cônicas e frequentemente curvadas, até 5  $\mu\text{m}$  de comprimento; terminal ou intercalar. Anterídios monóclinos ou díclinos, 1(-2) por oogônio. Células anteridiais clavadas, contato apical com o oogônio. Oosporo globoso, plerótico, 12-20  $\mu\text{m}$  de diâmetro, parede lisa com até 2,3  $\mu\text{m}$  de espessura.

Substrato: palha de milho.

Distribuição geográfica no Brasil: São Paulo, Rio de Janeiro e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: A principal característica da espécie é a presença de oogônio ornamentado e anterídios monóclinos ou díclinos. As características do espécime concordam com a descrição original. Esse é o primeiro registro da espécie para o Estado Maranhão.

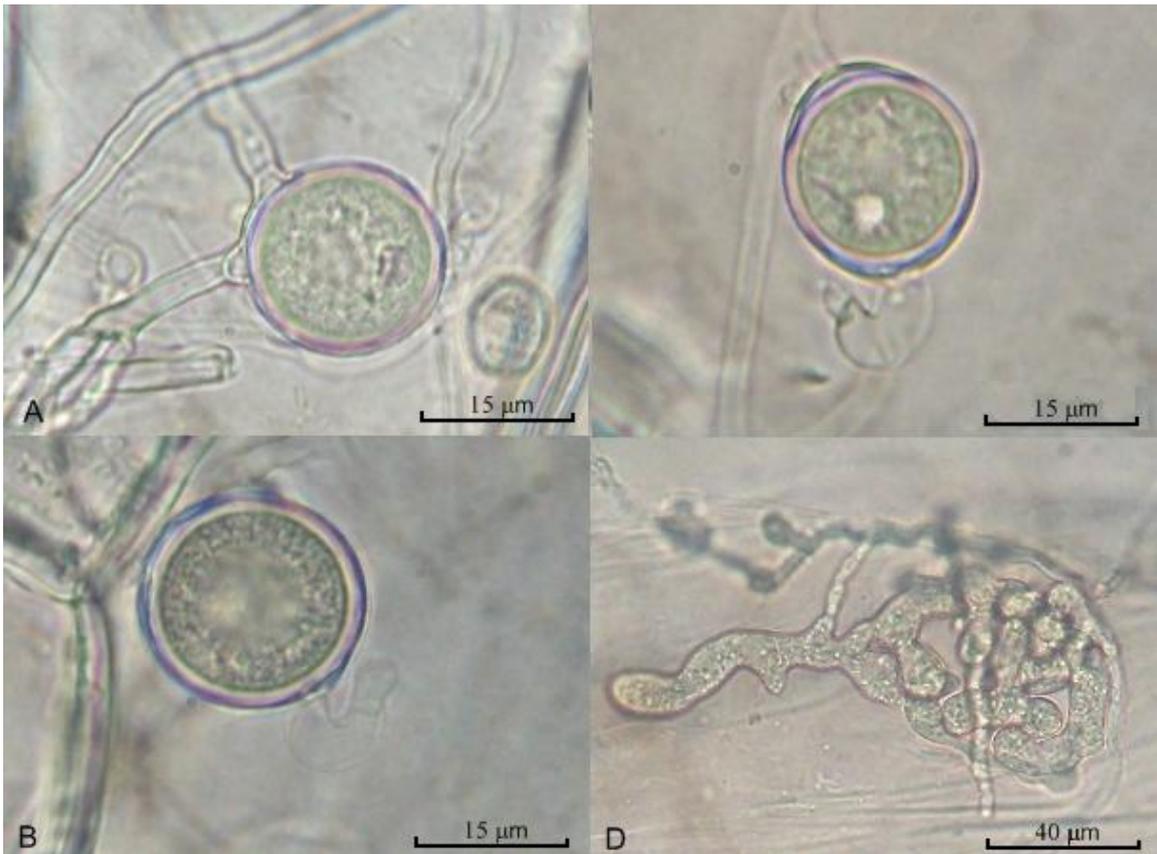


Figura 16 – *Pythium graminicola*: A. Oogônio lateralmente intercalar; B-C. Célula anteridial em forma de gancho em contato apical com o oogônio; D. Zoosporângio torulóide.

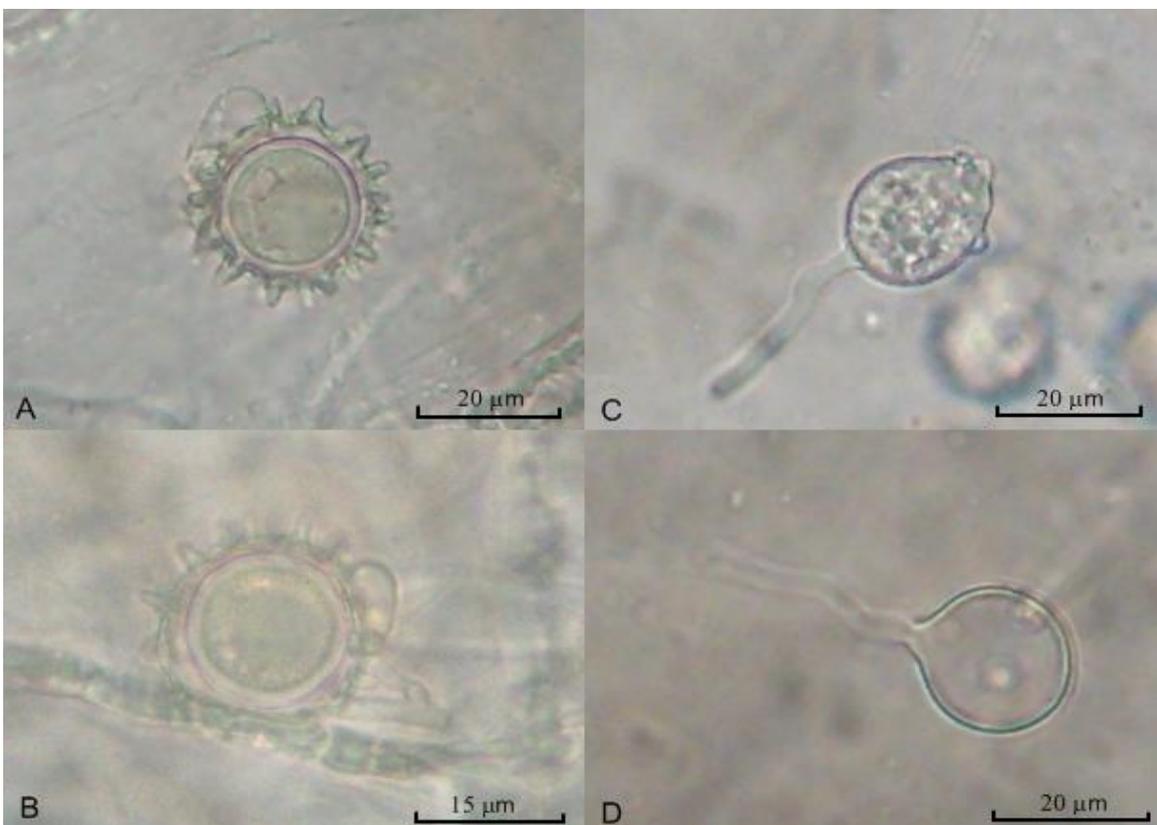


Figura 17 – *Pythium mamillatum*: A. Oogônio ornamentado com projeções cônicas; B. Oogônio e anterídio monóclino; C. Zoosporângio ovóide; D. Zoosporângio vazio.

*Pythium paligenes* Drechsler, J. Wash. Acad. Sci. 20:416. 1930; Phytopathology 31:486-492. 1941.

Figura 18.

Colônia medindo 1 cm em semente de sorgo após uma semana de crescimento. Zoosporângio terminal; globoso, subgloboso ou ovóide; 20-27,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro; papilado; proliferando; renovação simpodial; tubo de liberação 5-12,5  $\mu\text{m}$  de comprimento. Oogônio terminal, séssil, intercalar; globoso ou subgloboso; 27,5-35 (-37,5)  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Oosporo com coloração amarelada; globoso a subgloboso; applerótico; 22,5-30  $\mu\text{m}$  de diâmetro; parede 1,5-2,5  $\mu\text{m}$  de espessura. Ramos anteridiaes 1-4 por oogônio; díclino; frequentemente envolvendo o pedúnculo ou hifa vegetativa. Células anteridiaes cilíndricas; frequentemente com contorno irregular ou ondulado; contato longitudinal com o oogônio.

Substrato: semente de sorgo, palha de milho, epiderme de cebola.

Distribuição geográfica no Brasil: Piauí (Rocha, 2002).

Comentários: As características do espécime concordam com a descrição original. A espécie foi isolada pela primeira no Brasil por Rocha (2002) e novamente por Negreiros (2008). Essa é terceira citação para o Brasil e a primeira para o Estado do Maranhão.

*Pythium ultimum* var. *sporangiferum* Drechsler, Sydowia 14:107, 1960.

Figura 19.

Homotálico. Zoosporângio e zoosporos comumente formados. Zoosporângio globoso, subgloboso, intercalar e terminal; 17,5-22,3 (-25)  $\mu\text{m}$  de diâmetro, volume médio 4.181  $\mu\text{m}^3$ ; tubo de liberação 10-35  $\mu\text{m}$  de comprimento. Cisto com cerca de 10  $\mu\text{m}$ ; germinação observada. Oogônio globoso, infrequentemente subgloboso ou elipsoide; parede lisa; terminal, às vezes intercalar; 20-25(-27,5)  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Anterídio 1(-3) por oogônio; monóclino com origem imediatamente abaixo do oogônio ou raramente distante do oogônio, às vezes hipógino; célula anteridial em largo contato apical com o oogônio. Oosporo único; applerótico (índice 62,7%); globoso, 17,5-21,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro; parede 1-1,9  $\mu\text{m}$  de espessura (índice 32,3%); ooplasto (6,3-) 7,5-8,7(-10)  $\mu\text{m}$  de diâmetro (índice 12,5%).



Figura 18 – *Pythium paligenes*. A. Oogônio com oosporo aplerótico, célula anteridial em contato com oogônio; B. Ramos anteridiais envolvendo profusamente o pedúnculo e hifa vegetativa, célula anteridial em contato longitudinal com o oogônio; C. Zoosporângios globosos em renovação simpodial e proliferação interna de hifa; D. Liberação.



Figura 19 – *Pythium ultimum* var. *sporagiiferum*. A. Oogônio terminal, anterídio monoclino com origem próxima a base oogônio; B. Oogônio com 3 anterídios; C. Zoosporângio; D. Zoosporângio liberando zoosporos.

Substrato: palha de milho, epiderme de cebola.

Distribuição geográfica no Brasil: São Paulo e Piauí (PIRES-ZOTTARELLI, 1999; PEREIRA, 2008)

Comentários: O espécime apresentou características que diferem da descrição de Plaats-Niterink (1981) que cita zoosporângios com (23-) 27-32  $\mu\text{m}$  de diâmetro e oosporos com parede de 2  $\mu\text{m}$  de espessura ou mais. Zoosporângios entre 17,5-22,5  $\mu\text{m}$  de diâmetro são citados por Pereira (2008) e parede do oosporo com 1,1  $\mu\text{m}$  de espessura são descritos por Pires-Zottarelli (1999). Essa é a primeira citação da espécie para o Estado do Maranhão.

Família Pythiogetonaceae

*Pythiogeton* Minden, Falck, Mykolog. Untersuch. Berichte, 2(2):241, 1916.

Micélio bem desenvolvido, ramificado; apressório ocasionalmente formado. Zoosporângio terminal ou intercalar; esférico, assimétrico ou busiforme; ocasionalmente proliferando; um ou mais tubos de descargas presentes. Zoosporos reniformes lateralmente biflagelados, formados em uma vesícula externa ao zoosporângio após a liberação, maturação fora da vesícula. Oogônio terminal ou intercalar; esférico ou poligonal. Ramos anteridiaes geralmente monóclinos, frequentemente 1 por oogônio. Oosporo esférico, preenchendo o oogônio (SPARROW, 1960).

Chave para espécies de *Pythiogeton*

- 1. Zoosporângio frequentemente busiforme ..... *P. ramosum*
- 1. Zoosporângio estritamente esférico ..... *P. dichotomum*

*Pythiogeton ramosum* Minden, Falck, Mykolog. Untersuch. Berichte, 2(2):238. 1916.

Figura 20.

Colônia medindo 1 cm de diâmetro em semente de sorgo após duas semanas. Zoosporângio terminal, esférico, 20-40  $\mu\text{m}$  de diâmetro, busiforme, 20-30 x 40-52  $\mu\text{m}$ ; tubo de liberação tendendo a formar ângulo reto com o eixo da hifa de sustentação do zoosporângio, 20-155  $\mu\text{m}$  de comprimento; proliferação não observada. Oogônio e anterídios ausentes.

Substrato: Semente de sorgo.

Distribuição geográfica no Brasil: Amazonas, Rio de Janeiro, São Paulo, Pernambuco e Piauí (MILLANEZ et al., 2007).

Comentários: As características do espécime concordam com a descrição original da espécie. É a primeira citação da espécie para o Estado do Maranhão.

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

Figura 21.

Colônia medindo 1 cm de diâmetro em semente de sorgo após duas semanas. Micélio intra e extramatricial; hifas ramificadas, hialinas e delgadas. Zoosporângio terminal em ramos laterais sem ramificações ou ramificados uma ou duas vezes de forma dicotômica; esférico ou ovoide, 15-22  $\mu\text{m}$  de diâmetro; proliferação não observada; tubo de liberação com até 22  $\mu\text{m}$  de comprimento; cisto 7,5-10  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Estruturas sexuais não observadas.

Substrato: Semente de sorgo.

Distribuição geográfica no Brasil: Piauí (ROCHA, 2002; NEGREIROS, 2008)

Comentários: As características do espécime concordam com a descrição original. A espécie foi isolada pela primeira vez no Brasil por Rocha (2002) e novamente por Negreiros (2008). Essa é a primeira citação para o Estado do Maranhão.



Figura 20 – *Pythiogeton ramosum*: A-B. Zoosporângio terminal; C-D. Zoosporângios vazios com tubo de liberação.

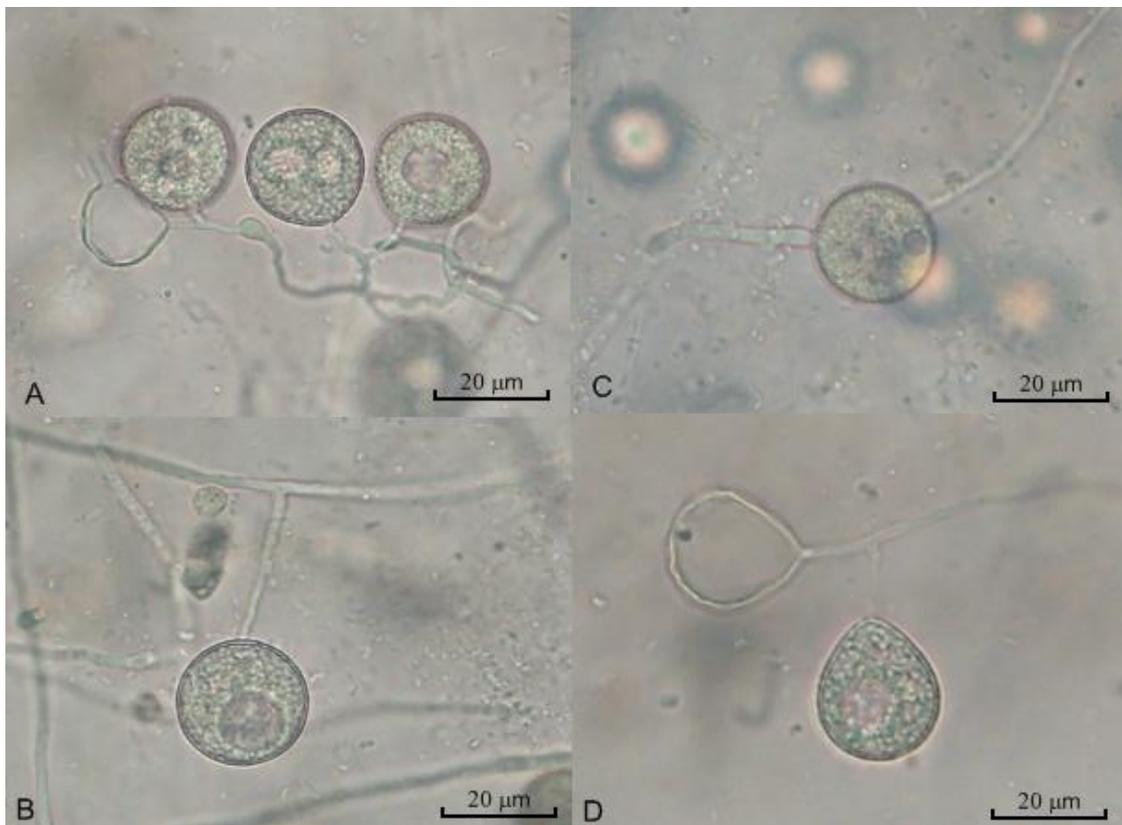


Figura 21 – *Pythiogeton dichotomum*: A. Zoosporângios dispostos de forma dicotômica; B. Zoosporângio esférico; C. Zoosporângio com tubo de liberação; D. Zoosporângios ovóides em disposição dicotômica.

#### 5.4 Frequência e similaridade das espécies

Do total de 156 espécimes, entre os compartimentos água e solo, o maior número de isolados ocorreu no solo com 113 isolados, representando 72,4% das ocorrências. Das 17 espécies isoladas, 15 estavam presentes no solo, representando 88,2% da diversidade, e 9 na água, representando 52,9% das espécies. (Tabela 3).

O maior número de ocorrências na água foi representado por *Achlya flagellata*, sendo 24 ocorrências, representando 55,8% do total em relação às outras espécies. No solo, obteve-se 28 isolamentos, correspondendo a 17,9% do total de isolados.

No solo, *Leptolegniella keratinophila* e *Aphanomyces keratinophilum* apresentaram, respectivamente, 41 e 33 ocorrências, correspondendo a 36,3 % e 29,2% do total, os maiores percentuais entre as espécies. Não ocorreu isolamento das duas espécies na água.

*Achlya dubia* e *Pythiogeton ramosum* não foram isolados no solo. Apresentaram, respectivamente, 2 e 1 ocorrência na água, representando apenas 4,7% e 2,3% das ocorrências nesse compartimento.

Outros 6 táxons foram isolados somente no solo, representando juntos 15,9% do total de isolados nesse compartimento.

Em relação aos isolamentos na água, o poço P1 apresentou a maior frequência, sendo 8 isolados, representando 18,6% do total, seguidos de P10 e P11, respectivamente com 6 e 5 isolados, representando 14% e 11,6% do total. Os poços P1, P2, P4 e P5 não apresentaram isolamento (Tabela 4, Figura 22).

A 5ª coleta apresentou o maior número de isolados na água, 23,3% do total, seguida da 4ª coleta com 20,9% do total de isolados. A 3ª coleta apresentou o menor número de isolados, apenas 3, representando 7% do total de isolados nesse compartimento (Tabela 4).

Em relação aos isolados no solo, ocorreram isolamentos em todos os pontos de coleta. Os poços P4 e P6 apresentam os maiores percentuais, ambos com 13 isolados, representando 11,5% do total, cada. P11 apresentou a menor frequência de isolados, sendo 4 ocorrências, representando 3,5% do total (Tabela 5, Figura 22).

Em relação às coletas de solo, a 2ª coleta apresentou o maior número de ocorrências, sendo 26 isolados, representando 23% do total, seguida da 3ª e 6ª coletas, que apresentaram, respectivamente, 24 e 23 isolados, representando 21,2% e 20,4% do total (Tabela 5, Figura 22). Quando comparado ambas as coletas de água e solo, P4 apresenta o maior número de isolados, sendo 17 ocorrências e 10,9% do total, seguido de P1 e P8, ambas com frequência

Tabela 3 – Oomicetos isolados na água e no solo de 14 poços freáticos em três povoados do Município de Timon, Maranhão.

Espécies	Água		Solo		Total	
	f	%	f	%	f	%
<i>Brevilegnia linearis</i>	0	0,0	4	3,5	4	2,6
<i>Achlya dubia</i>	2	4,7	0	0,0	2	1,3
<i>A. flagellata</i>	24	55,8	4	3,5	28	17,9
<i>A. orion</i>	2	4,7	3	2,7	5	3,2
<i>Pythiopsis humphreyana</i>	0	0,0	1	0,9	1	0,6
<i>Dycthiucus pseudodiction</i>	0	0,0	4	3,5	4	2,6
<i>D. sterile</i>	3	7,0	1	0,9	4	2,6
<i>Aphanomyces leaves</i>	3	7,0	4	3,5	7	4,5
<i>A. keratinophylum</i>	0	0,0	33	29,2	33	21,2
<i>Leptolegniella keratinophila</i>	0	0,0	41	36,3	41	26,3
<i>Aphanodytion papilatum</i>	1	2,3	3	2,7	4	2,6
<i>Pythiogeton dycotomum</i>	2	4,7	4	3,5	6	3,8
<i>P. ramosum</i>	1	2,3	0	0,0	1	0,6
<i>Pythium paligenes</i>	5	11,6	5	4,4	10	6,4
<i>P. ultimum var. sporangiiferum</i>	0	0,0	3	2,7	3	1,9
<i>P. graminicola</i>	0	0,0	1	0,9	1	0,6
<i>P. mamillatum</i>	0	0,0	2	1,8	2	1,3
<b>Total de isolados</b>	<b>43</b>	<b>100,0</b>	<b>113</b>	<b>100,0</b>	<b>156</b>	<b>100,0</b>
<b>Total de espécies</b>	<b>9</b>	<b>52,9</b>	<b>15</b>	<b>88,2</b>	<b>17</b>	

Tabela 4 – Ocorrência de oomicetos na água em 14 poços freáticos durante seis coletas bimestrais de maio/2008 a junho 2009 em três povoados do município de Timon, Maranhão.

Poços	Coletas						Total	Percentual
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>		
P1	0	1	0	2	2	3	<b>8</b>	<b>18,6%</b>
P2	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
P3	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
P4	0	2	0	1	0	1	<b>4</b>	<b>9,3%</b>
P5	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
P6	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0,0%</b>
P7	1	2	0	1	0	-*	<b>4</b>	<b>9,3%</b>
P8	0	0	0	0	2	1	<b>3</b>	<b>7,0%</b>
P9	0	1	0	0	1	0	<b>2</b>	<b>4,7%</b>
P10	2	0	1	2	1	0	<b>6</b>	<b>14,0%</b>
P11	2	0	1	1	1	0	<b>5</b>	<b>11,6%</b>
P12	0	0	1	1	1	0	<b>3</b>	<b>7,0%</b>
P13	0	1	0	0	1	2	<b>4</b>	<b>9,3%</b>
P14	0	1	0	1	1	1	<b>4</b>	<b>9,3%</b>
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>43</b>	<b>100%</b>
<b>Percentual</b>	<b>11,6%</b>	<b>18,6%</b>	<b>7,0%</b>	<b>20,9%</b>	<b>23,3%</b>	<b>18,6%</b>	<b>100%</b>	

\*P7 desmoronou, não sendo possível realizar coleta de água.

Tabela 5 – Ocorrência de oomicetos no solo de 14 poços freáticos durante seis coletas bimestrais de maio/2008 a junho 2009 em três povoados do município de Timon, Maranhão.

Poços	Coletas						Total	Percentual
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>		
P1	0	1	1	2	1	2	<b>7</b>	<b>6,2%</b>
P2	2	2	0	2	1	1	<b>8</b>	<b>7,1%</b>
P3	2	3	4	1	0	1	<b>11</b>	<b>9,7%</b>
P4	2	2	3	2	2	2	<b>13</b>	<b>11,5%</b>
P5	0	2	2	2	0	0	<b>6</b>	<b>5,3%</b>
P6	1	5	2	2	1	2	<b>13</b>	<b>11,5%</b>
P7	0	2	2	0	0	2	<b>6</b>	<b>5,3%</b>
P8	2	2	2	1	2	3	<b>12</b>	<b>10,6%</b>
P9	2	2	2	1	0	2	<b>9</b>	<b>8,0%</b>
P10	1	2	2	1	0	1	<b>7</b>	<b>6,2%</b>
P11	0	2	0	1	0	1	<b>4</b>	<b>3,5%</b>
P12	1	1	0	1	0	3	<b>6</b>	<b>5,3%</b>
P13	0	0	2	2	0	2	<b>6</b>	<b>5,3%</b>
P14	1	0	2	0	1	1	<b>5</b>	<b>4,4%</b>
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>23</b>	<b>113</b>	<b>100%</b>
<b>Percentual</b>	<b>12,4%</b>	<b>23,0%</b>	<b>21,2%</b>	<b>15,9%</b>	<b>7,1%</b>	<b>20,4%</b>	<b>100%</b>	

15, representando 9,6% do total. P5 apresentou a menor frequência, com 6 isolados e 3,8% do total (Tabela 6).

A 2ª coleta apresentou o maior número de ocorrências na água e no solo, sendo 34 isolados e 21,8% do total, seguida da 6ª coleta, com 31 ocorrências e 19,9% do total de isolados. A 1ª e 5ª coleta obtiveram o menor número de ocorrência, sendo registrado, respectivamente, 19 e 18, representando 12,2% e 11,5% do total (Tabela 6).

Em relação à similaridade entre os táxons isolados, o índice de 50% dos poços foi em torno de uma média similaridade, com índice variando entre 40% a 59%. Entre os poços P1 e P14 e entre os poços P9 e P10 foram registradas as maiores similaridades, ambas com índice de 88,9%. Entre os poços P3 e P7 e entre os poços P2 e P7 ocorreram as menores similaridades, apresentando, respectivamente, índices 16,7% e 18,2%, representando 2,2 % do total (Figura 23, APÊNDICE A).

A maioria dos poços não apresentou similaridade entre os compartimentos água e solo. Os poços P1, P4, P11 e P13 apresentaram baixa similaridade entre os dois compartimentos, com índices, respectivamente, 28,6%, 40,0%, 40,0% e 33,3%. P12 foi o único a apresentar uma alta similaridade entre os compartimentos, com índice 57,1%. Quando comparados os 17 táxons isolados, os compartimentos água e solo apresentam uma alta similaridade, com índice 58,3% (Tabela 7).

A maioria das coletas apresentou alta similaridade. A 2ª e 3ª coletas apresentaram a maior similaridade, com índice 84,2% e com 9 táxons em comum. As 1ª coleta apresentou uma baixa similaridade com a 3ª e 5ª coleta, com índices, respectivamente, 47,1% e 42,9%. As demais coletas apresentaram índice de similaridade variando entre 50,0% a 81,8% (Tabela 8).

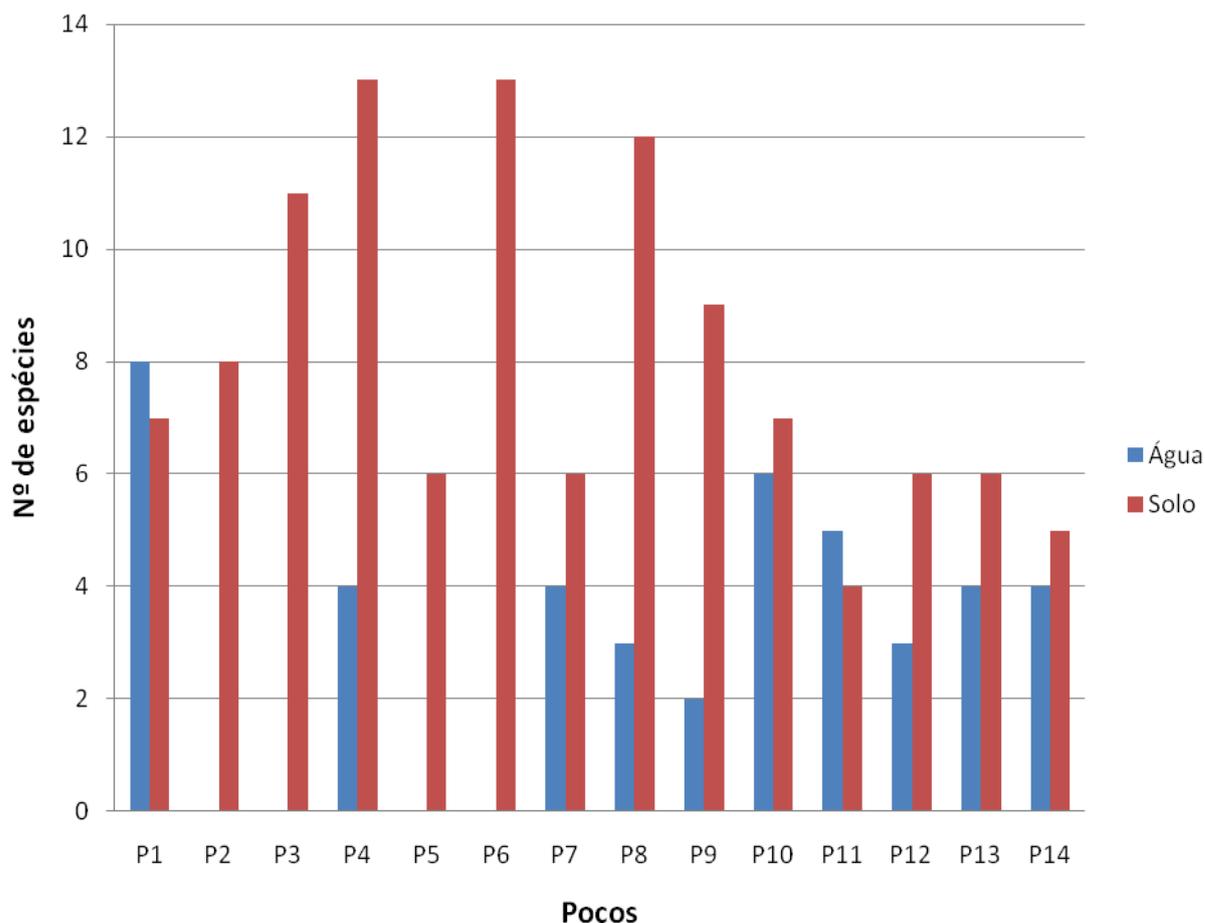


Figura 22 – Número de espécies isoladas da água e do solo de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, Maranhão.

Tabela 6 – Ocorrência de oomicetos da água e do solo em 14 poços freáticos durante seis coletas bimestrais de maio/2008 a junho/2009 em três povoados do município de Timon, Maranhão.

Poços	Coletas						Total	Percentual
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>		
P1	0	2	1	4	3	5	15	9,6%
P2	2	2	0	2	1	1	8	5,1%
P3	2	3	4	1	0	1	11	7,1%
P4	2	4	3	3	2	3	17	10,9%
P5	0	2	2	2	0	0	6	3,8%
P6	1	5	2	2	1	2	13	8,3%
P7	1	4	2	1	0	2	10	6,4%
P8	2	2	2	1	4	4	15	9,6%
P9	2	3	2	1	1	2	11	7,1%
P10	3	2	3	3	1	1	13	8,3%
P11	2	2	1	2	1	1	9	5,8%
P12	1	1	1	2	1	3	9	5,8%
P13	0	1	2	2	1	4	10	6,4%
P14	1	1	2	1	2	2	9	5,8%
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>27</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>31</b>	<b>156</b>	<b>100%</b>
<b>Percentual</b>	<b>12,2%</b>	<b>21,8%</b>	<b>17,3%</b>	<b>17,3%</b>	<b>11,5%</b>	<b>19,9%</b>	<b>100%</b>	

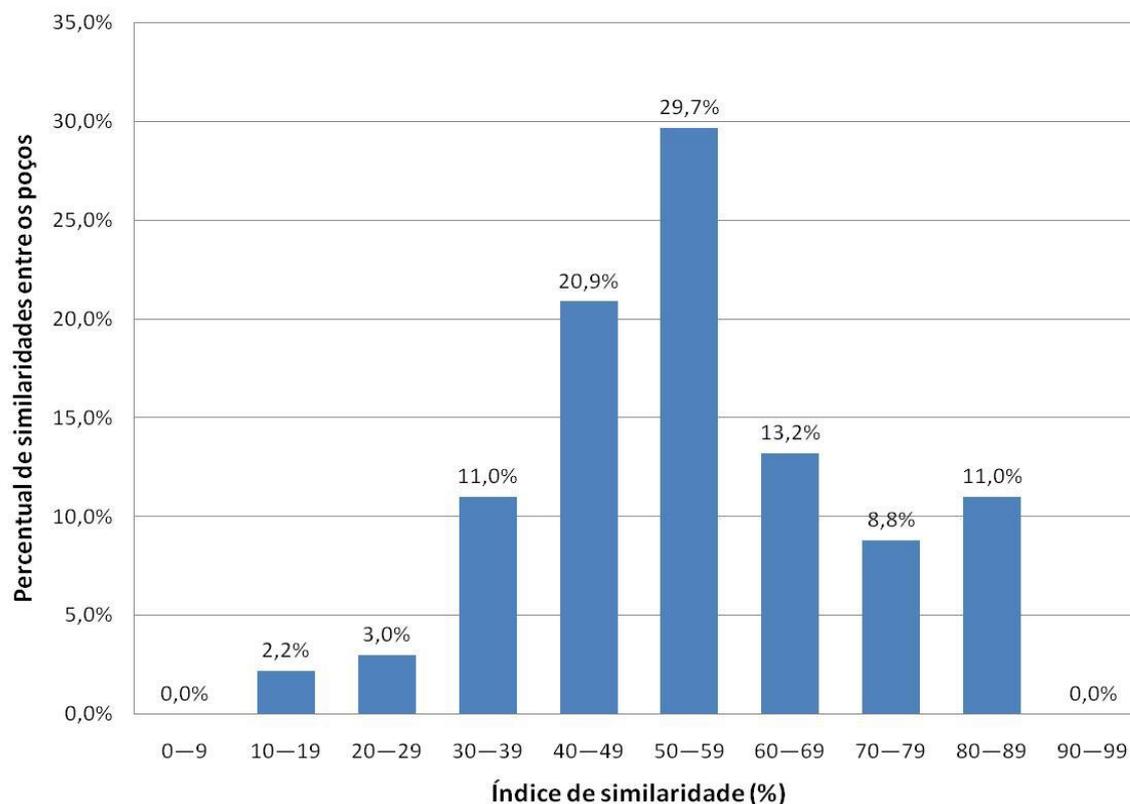


Figura 23 – Similaridade entre oomicetos da água e do solo entre 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão.

Tabela 7 – Similaridade de oomicetos entre água e solo de 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão .

	Nº de espécies			Similaridade
	Água	Solo	Água+Solo	Is (%)
P1	4	3	1	<b>28,6</b>
P2	0	3	0	<b>0,0</b>
P3	0	4	0	<b>0,0</b>
P4	3	7	2	<b>40,0</b>
P5	0	4	0	<b>0,0</b>
P6	0	7	0	<b>0,0</b>
P7	3	5	0	<b>0,0</b>
P8	2	5	0	<b>0,0</b>
P9	1	4	0	<b>0,0</b>
P10	3	3	0	<b>0,0</b>
P11	2	3	1	<b>40,0</b>
P12	3	4	2	<b>57,1</b>
P13	3	3	1	<b>33,3</b>
P14	2	1	0	<b>0,0</b>
<b>Total de espécies</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>58,3</b>

Is = 0%, sem similaridade; Is < 50%, baixa similaridade; Is = 50%, média similaridade; Is > 50%, alta similaridade; Is = 100%, completa similaridade.

Em relação à colonização dos substratos pelos 17 táxons, semente de sorgo foi a que apresentou o maior percentual de colonização, com 31,3%, sendo colonizada por 10 táxons. Palha de milho foi o segundo substrato mais colonizado, representando 21,9% do total. Escama de peixe e fio de cabelo foram os substratos menos colonizados, com percentuais, respectivamente 6,3% e 3,1%. Papel filtro e papel celofane não apresentaram colonização por oomicetos (Tabela 9).

### **5.5 Perfil socioeconômico e cultural das famílias utilitárias dos poços**

Para a realização da coleta de dados socioeconômico e cultural, a pesquisa foi previamente submetida e aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Piauí.

Foram entrevistados 13 moradores cuja residência apresenta poço freático. A diferença entre o número de entrevistados e a quantidade de poços deve-se a não utilização de um dos poços devido a mudança de residência do proprietário. Dos entrevistados, 77 % eram do sexo feminino com idade variando entre 22 a 75 anos.

No total, 70 pessoas utilizam diretamente a água dos poços pesquisados. Cada residência apresenta em média cinco habitantes, variando de dois a dez habitantes por domicílio. A maioria dos moradores, 38,6%, apresenta idade entre 15 a 29 (Figura 24).

Em relação à renda, 82,1% dos moradores possuem renda mensal entre R\$ 400,00 a R\$ 499,00. A renda média por residência é de R\$ 981,15 mensais, a maioria, 26% tendo como renda principal a aposentadoria dos mais velhos (Figura 25, Figura 26, Figura 27).

A maioria dos poços foram construídos pelos próprios moradores, sendo alguns construídos a mais de 60 anos.

Em relação ao critério de escolha do local de construção dos poços, os entrevistados demonstraram diferentes tipos de conhecimentos com justificativas às vezes contraditórias. A escolha do lugar mais baixo foi apontado por um dos entrevistados devido a maior facilidade em encontrar água. Outro afirmou ser o lugar mais alto, pois estaria mais protegido do curso d'água durante as chuvas e que em qualquer lugar que fosse escavado seria encontrado água. Outro entrevistado afirmou que locais em que o solo é mais quente no período noturno é sinal de água no subsolo, pois a temperatura do solo deve-se a evaporação da água. Seguindo o raciocínio anterior, mais um entrevistado disse que colocando-se uma cuia ou um prato virado

Tabela 8 - Índice de similaridade de Sorensen (Is) entre seis coletas (Cn) realizadas de maio/2008 a junho/2009 em 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão .

	A	B	C	Is(%)
C1-C2	8	10	7	<b>77,8</b>
C1-C3	8	9	4	<b>47,1</b>
C1-C4	8	12	7	<b>70,0</b>
C1-C5	8	6	3	<b>42,9</b>
C1-C6	8	10	7	<b>77,8</b>
C2-C3	10	9	8	<b>84,2</b>
C2-C4	10	12	8	<b>72,7</b>
C2-C5	10	6	5	<b>62,5</b>
C2-C6	10	10	8	<b>80,0</b>
C3-C4	9	12	6	<b>57,1</b>
C3-C5	9	6	5	<b>66,7</b>
C3-C6	9	10	7	<b>73,7</b>
C4-C5	12	6	5	<b>55,6</b>
C4-C6	12	10	9	<b>81,8</b>
C5-C6	6	10	4	<b>50,0</b>

A = número de espécies na coleta anterior; B = número de espécies na coleta posterior e C = número de espécies comuns para ambas as coletas. Is = 0%, sem similaridade; Is < 50%, baixa similaridade; Is = 50%, média similaridade; Is > 50%, alta similaridade; Is = 100%, completa similaridade.

Tabela 9 – Substratos colonizados por oomicetos durante seis coletas realizadas de maio/2008 a junho/2009 em 14 poços em três povoados do município de Timon, Maranhão .

	Substratos	Colonização	%
	semente de sorgo	10	31,3
	palha de milho	7	21,9
Celulósico	epiderme de cebola	6	18,8
	papel filtro	0	0,0
	papel celofane	0	0,0
Queratinoso	ecdise de cobra	3	9,4
	escama de peixe	2	6,3
	fio de cabelo	1	3,1
Quitinoso	asa de cumpim	3	9,4
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>100</b>

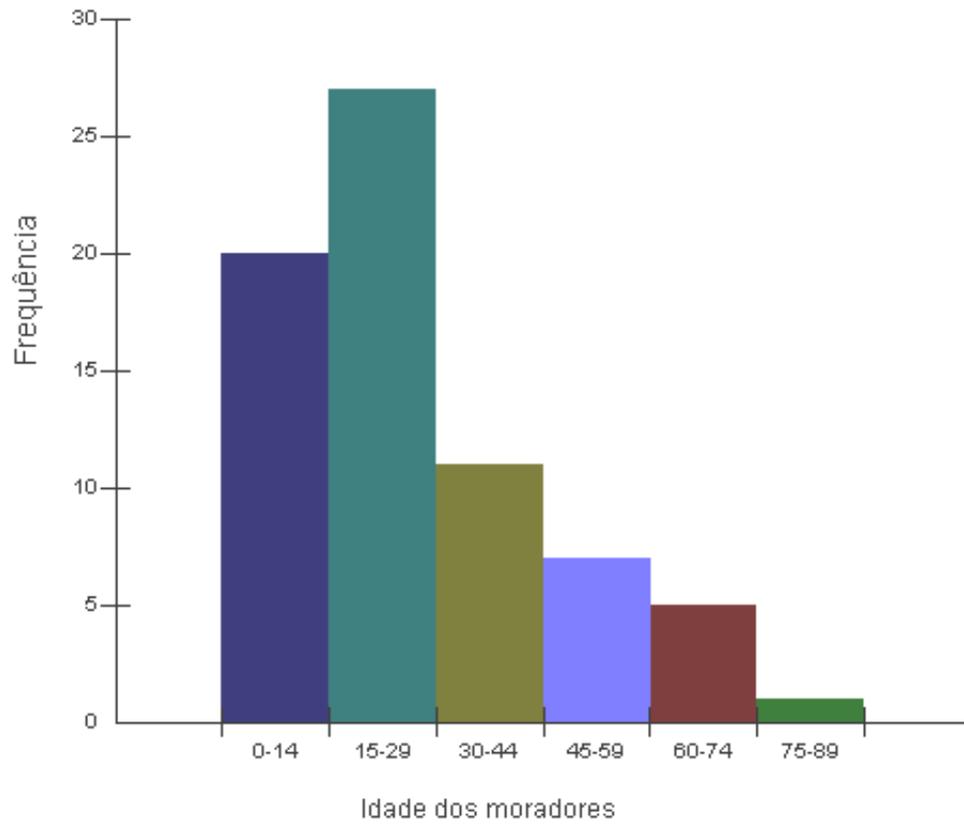


Figura 24 – Gráfico de frequência da idade dos moradores utilitários da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.

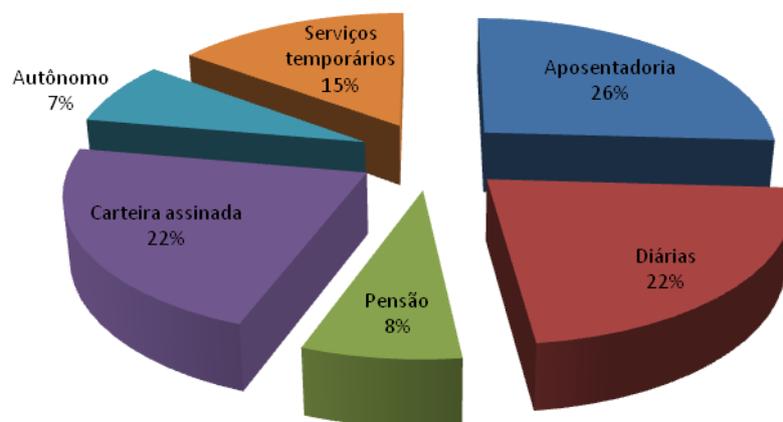


Figura 25 – Fonte de renda dos moradores utilitários da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.

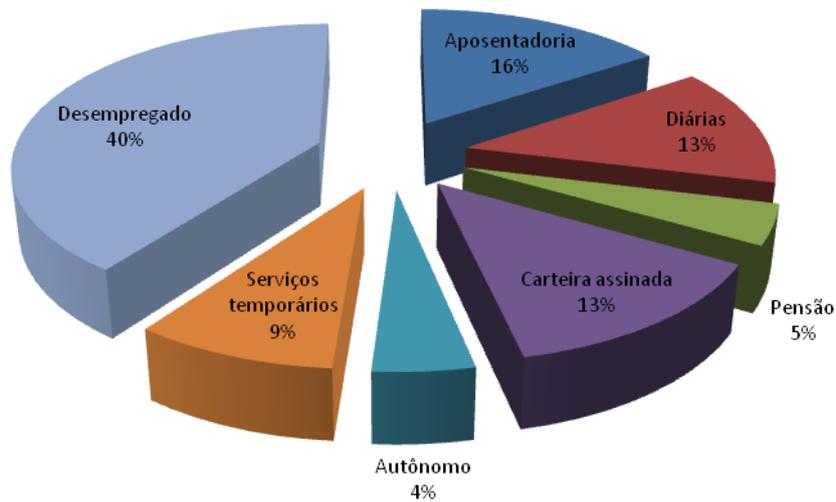


Figura 26 – Situação trabalhista dos moradores acima de 18 anos utilitários da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.

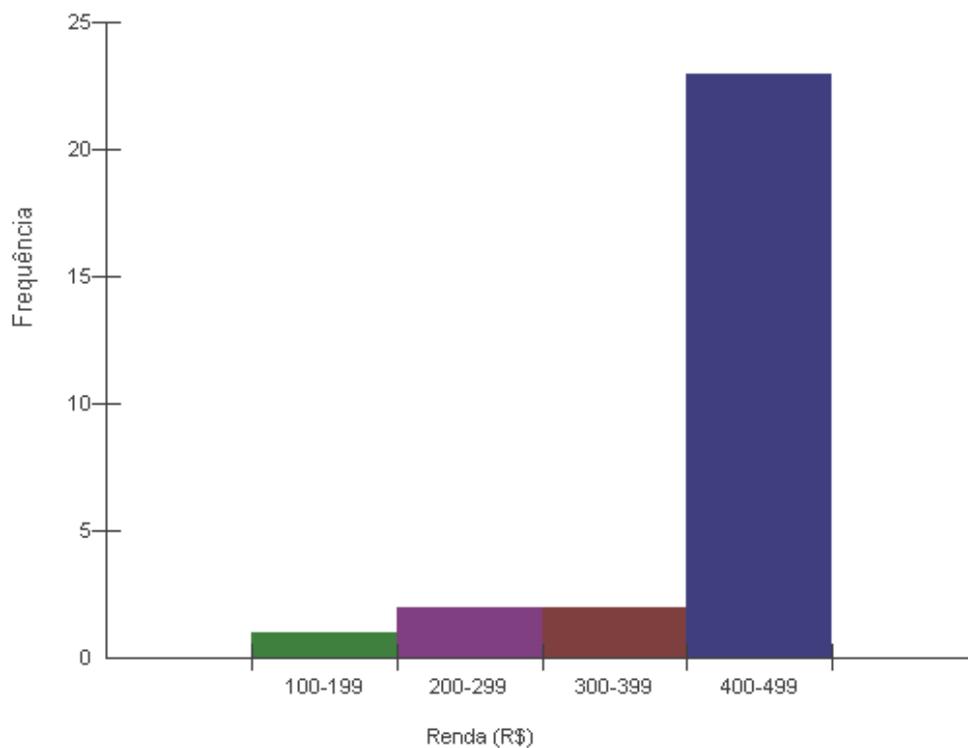


Figura 27 – Renda média por residência das famílias utilitárias da água de 14 poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.

no solo durante a noite e se o mesmo mostrar gotículas de água em seu interior no dia seguinte, é sinal de água no local. Dois entrevistados disseram que a escolha de locais próximos a plantas que necessitam de muita água, como o tucum, é indício de água subterrânea no local. Outro entrevistado considerou a firmeza do solo como critério de escolha e outro disse não haver critério algum, pois qualquer lugar que se escava na região seria encontrado água. Três entrevistados não souberam responder e um afirmou ser por tentativa.

De acordo com os entrevistados, a maioria dos poços é revestida internamente por um conjunto de manilhas. O uso de manilhas durante sua construção é necessário para a sustentação de sua parede que pode desmoronar na medida em que a água vai acumulando-se em seu interior. Devido a particularidades do terreno, como sua resistência, apenas os poços P10 e P13 não apresentam manilhas, sendo que o primeiro desmoronou alguns dias após a 5ª coleta devido à grande intensidade de chuvas na região nesse período. Os entrevistados ainda ressaltaram a importância da vedação com cimento entre as manilhas para evitar que o solo adjacente à parede do poço penetre em seu interior, tornando a água turva.

Metade dos entrevistados afirmou realizar a limpeza dos poços uma vez por ano. Quatro disseram realizar a limpeza a cada seis meses, um a cada 3 meses e outro quase toda semana. A limpeza é realizada através da retirada manual de toda água do poço. Após esse processo, a água aos poucos torna a acumular-se no interior do poço. Oito moradores afirmaram colocar de 30 gotas a meio litro de água sanitária no poço, sendo a água consumida geralmente um a três dias após esse processo ou até desaparecer o gosto da água sanitária. Três entrevistados afirmaram não colocar nada no poço após a limpeza e um afirmou colocar “cal virgem”.

Ainda segundo os entrevistados, eventuais limpezas nos poços são realizadas quando a água do poço está suja, sendo esse estado identificado pelo seu cheiro, sabor ou cor. Entre as causas citadas que tornam a água dos poços suja, foi citada a queda de animais nos poços como insetos, lagartixas e ratos, folhas, objetos jogados por crianças e a entrada de sedimentos do solo provocada pela falta de vedação entre as manilhas.

Segundo os moradores a água dos poços é retirada manualmente através de baldes. Apenas uma residência apresentou equipamento para o bombeamento da água do poço. De acordo com a maioria dos moradores a água retirada dos poços é utilizada para várias

atividades domésticas como consumo direto, lavagem de utensílios e roupas, preparação de alimentos, irrigação de pequenos canteiros, além do uso para higiene pessoal, como banhos.

Um entrevistado afirmou não utilizar a água de seu poço para beber, por considerá-la inapropriada para o consumo. A água utilizada para este fim é proveniente de uma chácara, sendo a água do poço utilizada apenas para outras atividades domésticas.

Em relação ao armazenamento da água, dois dos entrevistados disseram possuir caixa d'água, os demais armazenam água em manilhas, tambores ou baldes. Quatro moradores disseram armazenar a água para consumo apenas em potes, três apenas em filtro, quatro em ambos os recipientes e um não apresenta pote nem filtro, sendo a água armazenada em garrafas guardadas na geladeira.

Coação e filtração são os dois principais tratamentos da água para consumo, segundo a maioria dos entrevistados. Oito entrevistados afirmaram realizar a coação da água por meio de um pano para retirada de pequenas partículas de sujeira e redução da turbidez da água. Sete entrevistados afirmaram realizar a filtração, um disse não realizar qualquer tipo de tratamento e um afirmou praticar o congelamento da água como método a torná-la apta para o consumo (Figura 28).

No decorrer de toda a pesquisa e durante as entrevistas, alguns moradores afirmaram não haver nenhum risco em consumir água diretamente dos poços, pois a mesma já seria filtrada do próprio solo. Suas percepções de água própria para o consumo baseiam-se principalmente na cor. Quanto mais transparente a água, mais apropriada para o consumo. Esse fato era demonstrado por alguns moradores mais velhos, que traziam a água em copos de vidro para demonstrar sua transparência e qualidade.

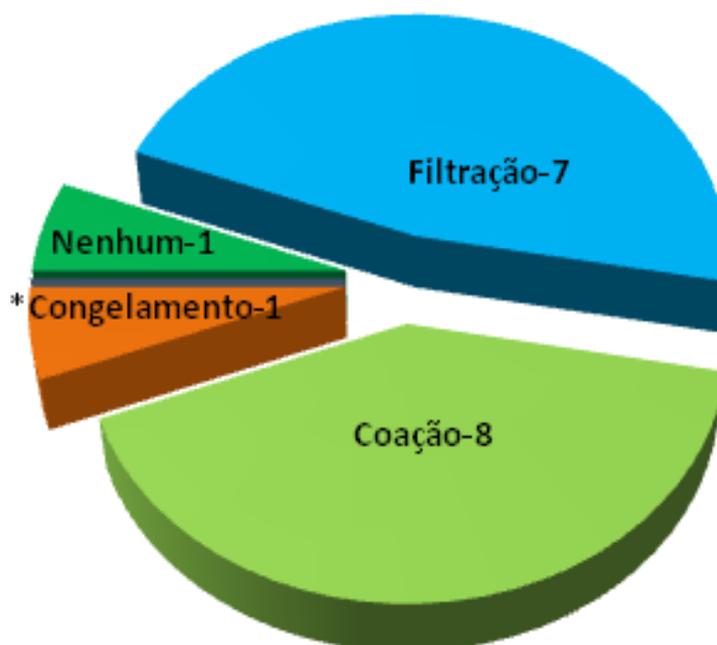


Figura 28 – Tratamento da água para consumo doméstico dos 14 dos poços freáticos em três povoados do município de Timon, MA.

\*Considerado por um entrevistado como medida de tratamento.

## 5.6 Vulnerabilidade das comunidades ao risco potencial patogênico aos microrganismos encontrados

### 5.6.1 Oomicetos patogênicos

Dos 17 táxons de oomicetos isolados, 9 apresentam algum registro na literatura como agente patogênico em plantas ou animais (Quadro 4).

A família Saprolegniaceae apresentou 6 táxons com registro patogênico a animais aquáticos. *Achlya dúbia*, *A. orion*, *A. flagellata*, *Dictyuchus pseudodiction* e *D. sterile* são conhecidos por provocarem ulcerações dermais em peixes, atingindo brânquias e outros tecidos, além de afetar órgãos internos (CZECZUCA; MUSZYNSKA; TRYGGVADOTTIR, 1996; LACAZ et al, 2002, KIZIEWICZ, 2004b).

*Aphanomyces leavis* apresenta registro de parasitismo em peixes e camarão de água doce e lagosta, provocando sintomas no hospedeiro semelhante a *A. astaci* (KIZIEWICZ, 2004a).

Durante a pesquisa, foi constatada a prática da piscicultura em pequenos criatórios próximos aos povoados estudados. O conhecimento da presença de oomicetos parasitas de peixes serve como base para a elaboração de práticas de manejo adequadas a piscicultura praticada na região como forma profilática a patologias como a saprolegniose.

Três espécies de *Pythium* isoladas são conhecidas por sua patogenicidade, principalmente em plantas de interesse econômico.

*P. mamillatum* pode afetar culturas como cebola, abacaxi, tomate, cana-de-açúcar, beterraba, alfafa, trigo, sardinheira, melancia, alho, couve-flor, pepino e algodão (PLAATS-NITERINK, 1981).

*P. graminicola* pode afetar plantações de milho, cana-de-açúcar, abacaxi, cebola, batata e feijão (PLAATS-NITERINK, 1981).

*P. ultimum* é responsável pelo tombamento em várias culturas e pela podridão da raiz do feijão, batata, café, melão, maçã, cana-de-açúcar e citros (PLAATS-NITERINK, 1981; MOORMAN, 2003).

A pequena agricultura familiar pode sofrer com a presença de oomicetos fitopatógenos, principalmente com representantes do gênero *Pythium*. Pequenos canteiros onde são cultivados legumes, verduras e frutos podem ser encontrados na maioria das residências. Oomicetos patógenos de culturas praticadas nas comunidades podem acometer os vegetais, prejudicando sua produção (PEREIRA, 2008; TRAJANO, 2009).

A presença de oomicetos sem registro de patogenicidade para o homem na água dos poços estudados não representa um estado de segurança para a população utilitária, ao contrário, a população deve munir-se de medidas profiláticas devido aos poucos estudos relacionados à oomicetos patógenos no homem e a ausência desses estudos em poços.

A ocorrência de oomicetos na água dos poços é resultado de sua ação sapróbia em diferentes substratos presentes nos poços. Isso indica que os poços são abastecidos constantemente com materiais advindos do ambiente externo como restos vegetais e pequenos animais, indício de sua suscetibilidade à contaminação.

### **5.6.2 Potabilidade da água**

As comunidades utilitárias das águas dos poços estudados estão vulneráveis a doenças veiculadas pela água. As altas concentrações de coliformes termotolerantes registradas na

maioria dos poços é resultado da contaminação por material proveniente de fezes humanas e/ou de animais (BRASIL, 2005b).

Os coliformes termotolerantes têm como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal. *E. coli* habita o trato digestivo de animais sem causar-lhe danos em condições normais. Sua presença nos poços é indício da contaminação da água por material fecal, como microrganismos patógenos encontrados em fezes.

Uma grande comunidade de microrganismos foi observada na água dos poços, como bactérias, protozoários, rotíferos, platelmintos e nematódeos, reforçando a necessidade da desinfecção da água antes do consumo, uma vez que não se conhece o risco potencial desses organismos a saúde humana.

A alta turbidez observada na água da maioria dos poços pode reduzir a eficiência dos processos de desinfecção, uma vez que os materiais suspensos na água podem servir de proteção a microrganismos nela presentes (SOUZA; SARTORI; DANIEL, 2000).

Os atuais métodos utilizados pelas comunidades para o tratamento da água, como coação e filtração, não são eficazes como medidas profiláticas, uma vez que não eliminam com segurança todos os organismos nela presentes, como demonstrado por Almeida, Fonseca e Silva (2005), em estudo que verificou a eficiência da filtração em velas de filtros comerciais. Ficou demonstrado que as velas são ineficientes para a remoção de bactérias presentes na água. A filtração torna-se eficiente quando associada a cloração, uma vez que a primeira remove partículas da água e a cloração inviabiliza a sobrevivência de microrganismos.

A falta de orientação é a principal causa da vulnerabilidade das comunidades estudadas a doenças veiculadas pela água, uma vez que os riscos observados são frutos de práticas inadequadas de tratamento da água para o consumo. O reforço de informações básicas relacionadas aos processos eficazes de cuidado com a água pode ser o início para mudanças dessas práticas inadequadas de tratamento.

Poços freáticos são alternativas viáveis em regiões sem rede de distribuição de água, desde que sejam protegidos de contaminação e sua água seja submetida a processos de tratamento eficazes como a filtração associada a cloração e/ou fervura.

<b>Oomiceto</b>	<b>Patologia e Hospedeiro</b>
<i>Achlya dubia</i>	saproleniose em ovos, brânquias e tecidos de peixes
<i>A. orion</i>	saproleniose em ovos, brânquias e tecidos de peixes
<i>A. flagellata</i>	saproleniose em ovos, brânquias e tecidos de peixes
<i>A. leavis</i>	parasita em lagosta
<i>Dictyuchus pseudodictyon</i>	saproleniose em ovos, brânquias e tecidos de peixes
<i>Dictyuchus sterile</i>	saproleniose em ovos, brânquias e tecidos de peixes
<i>Pythium mamillatum</i>	apodrecimento da raiz e outros tecidos vegetais ou tombamento; pode ocorrer na cebola, abacaxi e tomate, coníferas, cana-de-açúcar, beterraba, alfafa, violeta, trigo, sardinheira, melancia, alho, bromélia, morango, tomate, gerânio, couve-flor, columbina, aveia, couve, pepino, algodão, linhaça, papoula, ervilha e trigo
<i>P. graminicola</i>	apodrecimento da raiz e outros tecidos vegetais ou tombamento; pode ocorrer na cebola milho, cana-de-açúcar, abacaxi, batata e feijão
<i>P. ultimum var. sporangiiferum</i>	apodrecimento da raiz e outros tecidos vegetais ou tombamento; pode ocorrer na de cebola, feijão, batata, café, melão, maçã, cana-de-açúcar e citros

Quadro 4 – Oomicetos isolados com potencial patogênico e seus respectivos hospedeiros.

### 5.6.3 Elaboração de folhetos informativos

Os dados obtidos na pesquisa permitiram a elaboração de folhetos informativos, visando repassar informações básicas relacionadas aos cuidados com a água às comunidades estudadas.

O folheto foi elaborado com uma linguagem simples e de fácil assimilação pela população. Ilustrações foram utilizadas para melhor compreensão dos textos, muitas delas, autoexplicativas.

O primeiro item do folheto consistiu de uma breve introdução referente ao uso da água pelas sociedades humanas e o risco de se adquirir doenças pelo consumo de água sem tratamento.

O segundo item do folheto trazia sugestões relacionadas à construção de um poço protegido de contaminação. As informações nele contidas foram adaptadas do Comunicado do Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1991) que traz informações técnicas com orientações sobre a escolha do local da construção do poço, sua estrutura e manutenção.

No terceiro item foram elaboradas informações sobre a limpeza do poço. Os aspectos abordados foram a periodicidade e modos de limpeza e a sua desinfecção, de acordo com o Comunicado do Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1991).

O quarto e último item abordou os métodos de tratamento da água. As informações foram adaptadas de um boletim epidemiológico (BRASIL, 2005a) e de um folder (BRASIL, 20--?), ambos publicados pela Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. As ilustrações que acompanharam o texto foram autoexplicativas, facilitando a compreensão principalmente dos moradores de escolaridades mais baixas.

Os folhetos foram entregues acompanhados de explicação oral das informações nele contidas e os resultados obtidos na pesquisa foram repassados as autoridades competentes do município de Timon.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pelas análises da água e solo dos poços freáticos nos três povoados estudados e da coleta de dados socioeconômico e cultural das comunidades utilitárias desses poços, podemos concluir que:

a) As águas provenientes dos poços freáticos estudados estão em desacordo com os padrões de potabilidade definidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Os principais parâmetros indicativos de sua não potabilidade são as altas concentrações de coliformes termotolerantes e o grande índice de turbidez da água;

b) A contaminação dos poços freáticos estudados é devido à sua estrutura inadequada, o que os tornam altamente suscetíveis à contaminação por materiais advindos do ambiente externo como material fecal e outros materiais orgânicos como folhas e pequenos animais;

c) Os métodos de tratamento da água utilizados pelas comunidades não são adequados para garantir a potabilidade da água dos poços;

d) As comunidades estudadas estão vulneráveis a doenças veiculadas pela água devido à contaminação dos poços e ao consumo de sua água sem tratamento ou inadequadamente tratada;

e) A falta de informações relacionadas a procedimentos básicos de cuidados com a água é o principal fator de vulnerabilidade das comunidades estudadas a contraírem doenças de veiculação hídrica. Campanhas educacionais na região são necessárias para a minimização do risco a essas doenças, enfatizando principalmente a filtração associada cloração da água;

f) Os poços freáticos da região apresentam uma grande diversidade de oomicetos presentes na água e em seu solo marginal;

g) Os poços freáticos estudados apresentam oomicetos de importância econômica, devido à presença de três espécies patogênicas a plantas de interesse econômico e seis espécies parasitas de peixes ou crustáceos, sendo seu conhecimento relevante para o manejo de possíveis atividades agrícolas e de piscicultura implantadas na região;

g) Os oomicetos isolados dos poços não apresentam interação conhecida com o organismo humano;

h) A região estudada, bem como todo Estado do Maranhão, apresenta uma grande diversidade de oomicetos ainda não conhecida, pois das 17 espécies isoladas, todas constituíram os primeiros registros para o Estado, sendo três delas os primeiros registros para a Região Nordeste.

## REFERÊNCIAS

- AGENDA 21 BRASILEIRA: resultado da consulta nacional/Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2004. 158 p.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5 ed. Califórnia: Academic Press, 2005. 922 p.
- ÁGUA subterrânea e poços tubulares. São Paulo: CETESB, 1978. 482 p.
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4. ed. New York: John Wiley, Sons, 1996. 869 p.
- ALMEIDA, J. C. A.; FONSECA, J. G. ; SILVA, A. C. Estudo da contaminação de poços superficiais na comunidade Parque Santuário (Campos dos Goytacazes - RJ) e conceitos associados à água. In: VIII Congresso Ibero-Americano de Extensão Universitária, 2005, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Extensão Universitária/UFRJ/UNIRIO, 2005. Disponível em: <[http://www.pr5.ufrj.br/cd\\_iberobiblioteca\\_pdf/saude/44\\_trabalhoparacongresso.pdf](http://www.pr5.ufrj.br/cd_iberobiblioteca_pdf/saude/44_trabalhoparacongresso.pdf)>. Acesso em: 12 agot. 2009.
- ALMEIDA, F. R. et al. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PE. **Águas Subterrâneas**, v.20, n.2, p.19-26, 2006.
- AMARAL, L. A. et al. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em uma área urbana: utilização de colifagos em comparação com Indicadores bacterianos de poluição fecal. **Revista de Saúde Pública / Journal of Public Health**, São Paulo/SP, v. 28, n. 5, p. 345-348, 1994.
- BOULOMYTIS, V. T. G. et al. Avaliação da potabilidade da água de abastecimento familiar de poços manuais na zona rural. In: Workshop Internacional Educação, Ciência & Tecnologia e Sustentabilidade, 2008, Campinas. **Anais ...** Disponível em: <[http://www.cori.unicamp.br/centenario2008/trabalhos/TrabalhoCompleto\\_eventoJapao\\_2008.pdf](http://www.cori.unicamp.br/centenario2008/trabalhos/TrabalhoCompleto_eventoJapao_2008.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2009.
- BRASIL. **Cuidados com a água para consumo humano** (Folder). Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, [20--?].
- BRASIL. Vigilância Epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos no Brasil, 1999 – 2004. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**, Boletim eletrônico epidemiológico. ano 5, n. 6, 28 de dez. 2005a. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/bol\\_epi\\_6\\_2005\\_corrigido.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/bol_epi_6_2005_corrigido.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2009.
- BRASIL. **Ministério da Saúde**. Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005b. 33 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. In: **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama**: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008 – 2. ed. / Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília: Conama, 2008. 928 p.

CASTELINI, F. R. et al. Avaliação da qualidade das águas de poços na bacia do córrego João Dias, Aquidauana / MS. In: ZOOTEC' 2007, 2007, Londrina. **Anais...** Londrina: Zootec' 2007, 2007. Disponível em: <[http://www.animalpedia.com.br/files.php?file=documentos/Avalia\\_\\_\\_\\_\\_o\\_da\\_qualidade\\_524350761.pdf](http://www.animalpedia.com.br/files.php?file=documentos/Avalia_____o_da_qualidade_524350761.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2009.

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

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

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

GOULD, A. B. Plant Pathogenic Fungi. In: TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. (Org.). **Plant pathology**: concepts and laboratory exercises. New York: CRC Press LLC, 2003. p. 126-159.

GOMES, A. L. **Diversidade de Oomycota da reserva biológica de Paranapiacaba, Santo André, SP**. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e meio Ambiente) – Instituto de Botânica da Secretária do Meio Ambiente, São Paulo, 2006.

HUNEYCUTT, M. B. A new water mold on keratinized materials. **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, n. 68, p. 109-102, 1952.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. PERSPECTIVAS do Meio Ambiente Mundial 2002 - GEO-3. Brasília-DF: IBAMA, 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico -2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2009. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?lnk=Gr%E1ficos>>. Acesso em: 01 set. 2009.

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>](http://dl.uncw.edu/digilib/biology/fungi/taxonomy%20and%20systematics/padgett%20book). Acesso em: 23 jul. 2008.

KIZIEWICZ, B. Aquatic fungi and fungus-like organisms in the bathing sites of the river Supraśl in Podlasie Province of Poland. **Mycologia Balcanica**. v. 1, p. 77-83, 2004a. Disponível em:  [<http://www.mycobalcan.com/FT\\_1\\_2\\_01.pdf>](http://www.mycobalcan.com/FT_1_2_01.pdf). Acesso em: 23 set. 2009.

KIZIEWICZ, B. Aquatic fungi growing on the muscle of vendace (*Coregonus albula* L.), Alpine bullhead (*Cottus poecilopus* H.) and lake trout (*Salmo trutta lacustris* L.) from lake hańcza (NE Poland). **Zoologica Poloniae**. v. 49, p. 85-95, 2004b. Disponível em:  [http://www.biol.uni.wroc.pl/zoolog/pdf/2004/vol\\_49\\_art\\_08.pdf](http://www.biol.uni.wroc.pl/zoolog/pdf/2004/vol_49_art_08.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2009.

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

LORENZO, C. . Vulnerabilidade em Saúde Pública: implicações para as políticas públicas. RBB. **Revista Brasileira de Bioética**, v. 02, p. 26-41, 2006.

MACEDO, J. A. B. et al. **A contaminação bacteriana versus água potável versus Portaria 14609/2000 e 518/2004**. Disponível em: <http://www.jorgemacedo.pro.br/ECONFERENCIA%20CONTAMINACAO%20BACTERIANA%20X%20POR%205182004.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2009.

MARQUES, S. A. et al. *Pythium insidiosum*: relato do primeiro caso de infecção humana no Brasil. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. Rio de Janeiro, v. 81, n. 5, p. 483-485, set/out, 2006. Disponível em:  [< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0365-05962006000500012&script=sci\\_arttext>](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0365-05962006000500012&script=sci_arttext). Acesso em: 12 jun. 2008.

MARTINS, L. S. **Diversidade de fungos zoospóricos (PROTISTA, OOMYCOTA) do rio Parnaíba, no perímetro urbano central de Teresina-PI, Brasil**. 2006. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2006.

MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p. 139-145, 2004.

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.

MILANEZ, A. I.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A.; GOMES, A. L. **Brazilian zoosporic fungi**. 1. ed. São Paulo: Autores com recursos do CNPq, 2007.

MOORMAN, G. Cultural Control of Plant Diseases. In: TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. (Org.). **Plant pathology: concepts and laboratory exercises**. New York: CRC Press LLC, 2003. p. 530-540.

NASCIMENTO, C. A. **Fungos zoospóricos (Oomycota) ocorrentes em uma lagoa do município de Teresina, Piauí**. 2004. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2004.

NEGREIROS, N. C. **Uso sustentável de culturas agrícolas suscetíveis a oomicetos (Oomycota) fitopatogênicos às margens do rio Parnaíba no município de Floriano, Piauí**. 2008. 99 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

OLIVEIRA, D. G. **Oomicetos (Oomycota) ocorrentes na cachoeira do rio Poti no Parque Ambiental da Floresta Fóssil, Teresina-PI**. 2005. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2005.

PÁDUA, V. L.; FERREIRA, A. C. S. Qualidade as água para consumo humano. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 153-221.

PÁDUA, V.L. (Org.). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 504 p.

PEREIRA, A. A. **Fungos zoospóricos em horta comunitária em Teresina, Piauí**. 2003. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2003.

PEREIRA, A. A. **Oomicetos (Oomycota) no campo agrícola de Nazária, Piauí: sustentabilidade na prevenção e controle dos fitopatógenos em agricultura familiar**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2008.

PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. **Fungos zoospóricos dos vales dos rios Monji e Pilões, região de Cubatão, SP**. 1999. 300 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, São Paulo, 1999.

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

PLANO estratégico de desenvolvimento sustentável de Timon. Timon: [s.n.]. 2002. 82 p.

REBOUÇAS, A. C. Panorama da água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C. (Org.). **Panoramas da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil**. São Paulo: IEA/USP; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997. p. 59-107.

REYMAO, A. E. N. ; SABER, B. A. Acesso à água tratada e insuficiência de renda: duas dimensões do problema da pobreza no nordeste brasileiro sob a ótica dos Objetivos de

Desenvolvimento do Milênio. **Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, v. 1, p. 10-17, 2007.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo, Edgard Blücher, 1998.

ROCHA, J. R. S. **Fungos zoospóricos em área de cerrado no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil**. 2002. 266 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Área Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, São Paulo, 2002.

RUPPERT, E.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. 6 ed. São Paulo: Roca. 1996. 1168 p.

SALES, P. C. L. **Microcystis aeruginosa e sua ocorrência no rio Parnaíba: uma discussão sobre a produção e controle de microcistina**. 2009. 46 f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências Biológicas com ênfase em Educação Ambiental) – Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2009.

SÁNCHEZ, A. I. M.; BERTOLOZZI, M. R. . Pode o conceito de vulnerabilidade apoiar a construção do conhecimento em Saúde Coletiva?. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n.2, p. 319-324, 2007.

SANTURIO, J. M. Pitiose: uma micose emergente. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 34, n. 1, p. 1-14, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Portaria nº 37 de 27/06/1991 do Centro de Vigilância Sanitária Estadual. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder executivo, São Paulo, SP, 27 de jun. 1991. Seção 1.

SELBORNE, L. **A ética do uso da água doce: um levantamento**. Brasília: UNESCO, 2001. 80 p.

SOARES, G. S. **Espécies de Achlya (Oomycetes) ocorrentes nas lagoas do Parque Zoobotânico de Teresina, Piauí**, Teresina, 2002. 58 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí.

SOUSA, R. C. **Timon: sua história, sua gente**. Timon: Halley, 2005. 136 p.

SOUZA, J. B.; SARTORI, L.; DANIEL, L. A. Influência da cor e da turbidez na desinfecção de águas de abastecimento utilizando-se cloro e radiação ultravioleta. In: XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES/AIDIS, 2000. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/a1/artigo/influencia\\_cor\\_congresso.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/a1/artigo/influencia_cor_congresso.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2009.

SOUTO, F. A. F. et al. Avaliação preliminar da água consumida no Loteamento Marabaixo III. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2004, Cuiabá. Anais ... Cuiabá, 2004. Disponível em: [http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/artigo\\_geologia/avaliacao.pdf](http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/artigo_geologia/avaliacao.pdf)>. Acesso em: 12 set. 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.

TUNDISI, J. C. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. São Paulo: RiMa, IIE, 2 ed., 2005.

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

WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. (Org.). **Freshwater algae of North American: ecology and classification**. USA: ACADEMIC PRESS, 2003. 917 p.

WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. Plant pathology and historical perspectives. In: TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. (Org.). **Plant pathology: concepts and laboratory exercises**. New York: CRC Press LLC, 2003. p. 3-8.

## Glossário

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

**Andrógino:** anterídio originado no pedúnculo do oogônio. Em Pythiaceae, é denominado de monóclino.

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

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

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

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

**Dimórfico:** zoosporo que apresenta dois tipos morfológicos.

**Extramatrical:** que cresce fora do substrato ou no exterior do hospedeiro.

**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.

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

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

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

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

**Monóclino:** referente ao anterídio; quando anterídio e oogônio são originados na mesma hifa. Em Pythiaceae, também quando o anterídio origina-se em algum ponto ao longo do pedúnculo, abaixo do septo basal do oogônio.

**Monomórfico:** zoosporo 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.

**Plerótico:** oosporo 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.

**Apressório:** Estrutura formada pelo inchaço do tubo germinativo ou de uma hifa, aderindo-se à superfície do hospedeiro.

**Torulóide:** que dá a impressão de haver sido traçado e, por tanto, com porções mais estreita e mais largas.

**Pedúnculo:** porção de hifa sustentadora do oogônio.

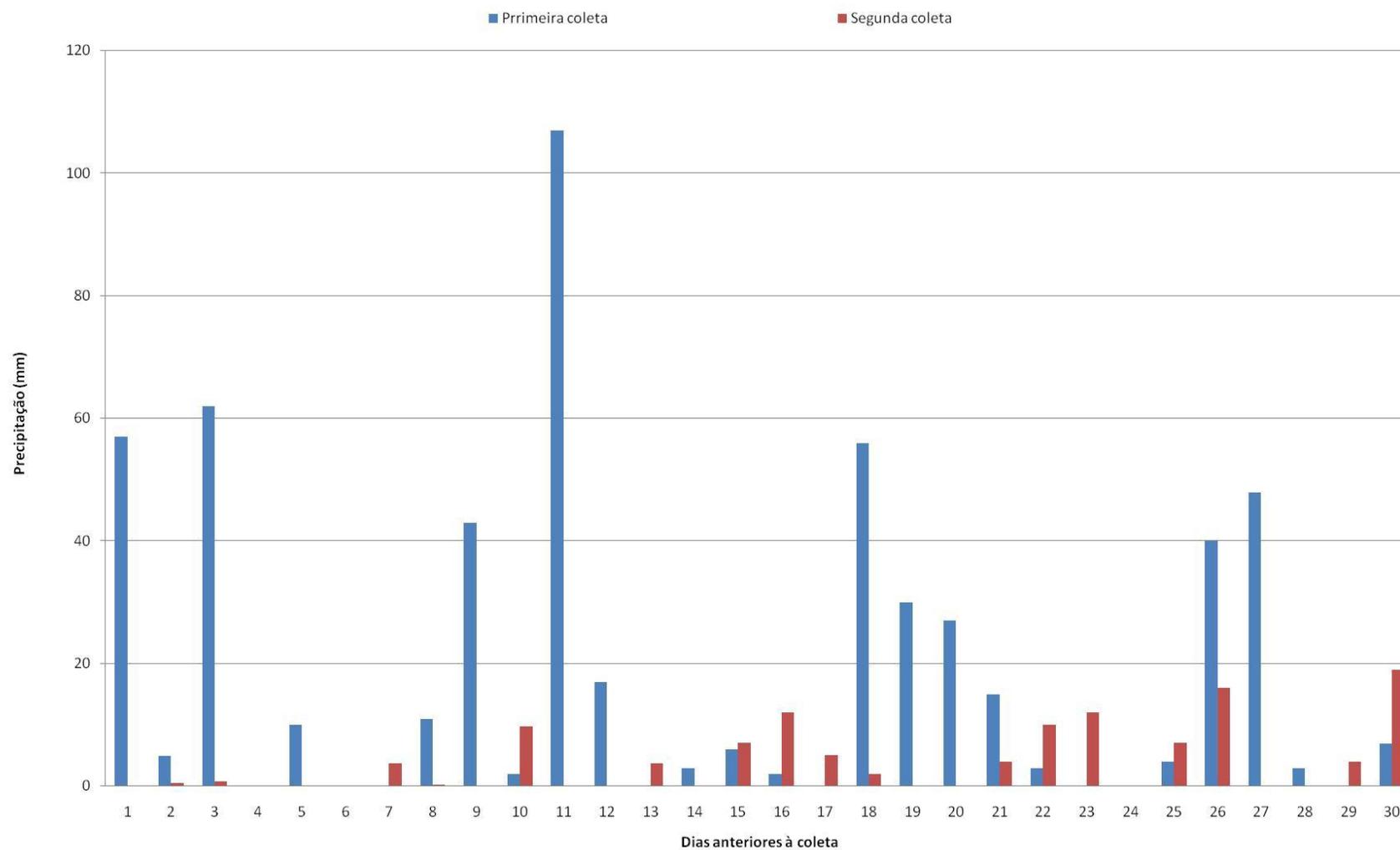
**Homotálico:** cujo talo é sexualmente auto fecundável, não necessitando de outro talo para reproduzir-se sexualmente.

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

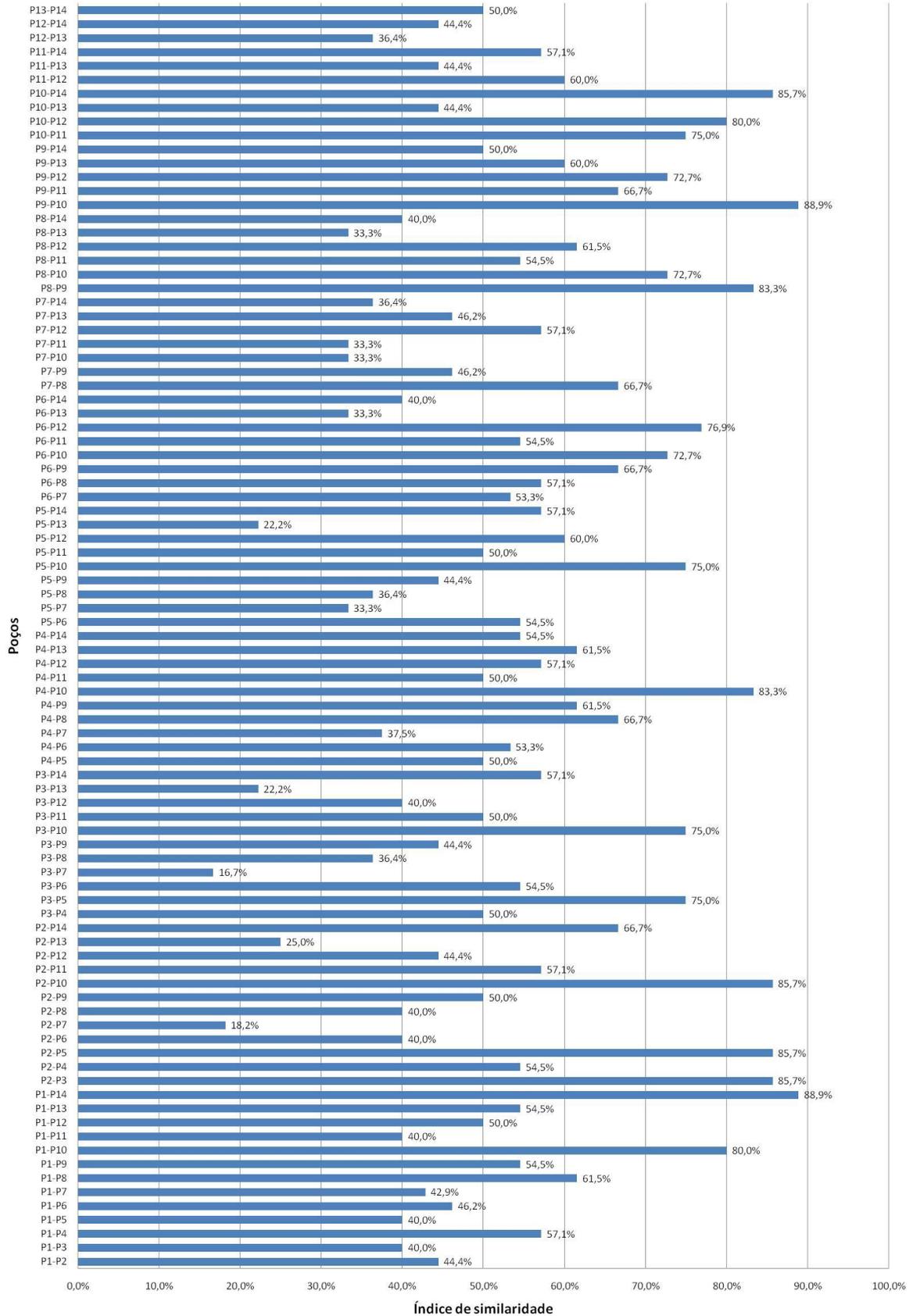
## APÊNDICE A - Roteiro de Entrevista

1. Qual seu nome?
2. Quantas pessoas moram em sua residência?
3. Qual a idade dos moradores do sexo masculino e do sexo feminino?
4. Qual a fonte de renda da família?
5. Qual o valor da principal fonte de renda da família?
6. Qual é a sua escolaridade?
7. Quando o poço foi construído? Quem o construiu?
8. Qual o critério de escolha do local de construção do poço?
9. Com que frequência é feita a limpeza do poço? Por que é feita? Como é feita?
10. Como a água retirada do poço é transportada?
11. A água é armazenada em algum recipiente? Qual(is)?
12. Para quê a água do poço é utilizada?
13. A água utilizada para beber recebe algum tratamento como filtragem, fervura...?

APÊNDICE B - Precipitação na região durante os 30 dias que antecederam a 1ª coleta (01/05/09) e 2ª coleta (14/06/09) segundo o INMET.



APÊNDICE C - Índice de similaridade de Sorensen (Is) para oomicetos isolados de 14 poços cacimbas em três povoados do município de Timon, Maranhão (Is = 0%, sem similaridade; Is < 50%, baixa similaridade; Is = 50%, média similaridade; Is > 50%, alta similaridade; Is = 100%, completa similaridade)



## APÊNDICE D – Folheto informativo

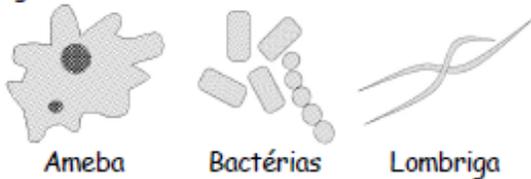
### Importância da água

A água é um dos minerais mais importantes para os seres vivos.

Para o homem, a água é utilizada para beber, cozinhar, tomar banho, lavar roupas, aguar plantas dentre outros.



Vários bichinhos muito pequenos e que não podemos ver podem está presentes na água não tratada, como vermes e bactérias.

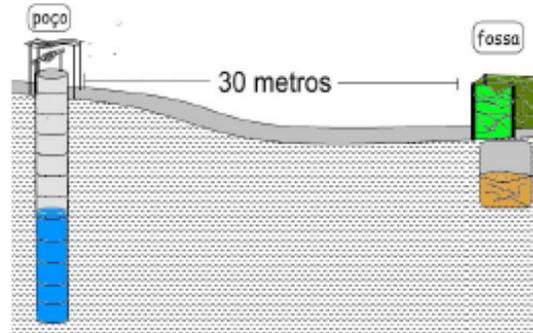


Esses bichinhos podem transmitir doenças ocasionando diarréia, cansaço e dor de barriga.

### Sugestões de como construir um poço protegido de contaminação

Todo poço deve ser construído no mínimo a 30 metros de distância da fossa ou criatórios de animais como currais ou galinheiros para evitar contaminação por fezes.

Deve está em um nível mais alto que a fossa e fora do caminho percorrido pela água durante as chuvas.

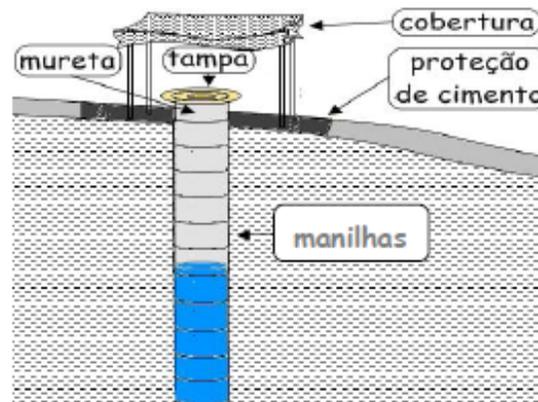


A parede do poço deve ser revestida com manilhas ou tijolos.

O poço deve apresentar uma mureta de proteção.

Deve ter uma cobertura e uma tampa para evitar a queda de animais e objetos trazidos pelo vento como folhas e poeira.

O solo em volta do poço deve ser cimentado.



### Limpeza do poço

#### 1. Quando o poço deve ser limpo?

- ✓ Após sua construção;
- ✓ Quando um animal ou objeto cair dentro do poço;
- ✓ Quando houver suspeita de contaminação;
- ✓ Depois de uma reforma no poço;
- ✓ No mínimo uma vez por ano;

#### 2. Como limpar o poço?

- ✓ Esgotar o poço antes da limpeza;
- ✓ Limpar a parede do poço esfregando com uma escova de lavar roupa ou com uma vassoura nova;
- ✓ Esperar até que o poço encha;
- ✓ Colocar **1 litro e meio** de água sanitária no poço para cada **1 metro de altura de água**;
- ✓ Após 12 horas, esgotar o poço novamente e esperar até que o poço fique cheio.

### Cuidados com a água para beber

Potes, filtros, baldes e outros utensílios utilizados para guardar a água devem ser lavados com água e sabão;

Os recipientes devem ser cobertos para evitar a entrada de sujeira, insetos e o acesso de outros animais.

A água utilizada para beber **deve ser filtrada e em seguida fervida ou clorada**;

A cloração é feita colocando-se **2 gotas de água sanitária para cada 1 litro de água**.

APÊNDICE D (Cont.) – Folheto informativo



Se não houver filtro, a água deve ser coada em um pano e em seguida fervida ou clorada;



Com essas medidas você poderá utilizar a água do poço com segurança, evitando riscos para sua saúde e de sua família.

**Elaboração**

Paulo César Lima Sales  
Mestrando - paulobiologo@hotmail.com

Prof. Dr. José de Ribamar de Sousa Rocha  
Orientador - rrocha@ufpi.br



Universidade Federal do Piauí - UFPI  
Centro de Ciências da Natureza - CCN  
Departamento de Biologia  
Campus Ministro Petrônio Portella  
Bairro Ininga, CEP 64.049-550, Teresina-PI



Laboratório de Fungos Zoospóricos - LFZ-UFPI



Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do  
Trópico Ecotonal do Nordeste - TROPEN  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e  
Meio Ambiente - MDMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO  
E MEIO AMBIENTE - TROPEN  
LABORATÓRIO DE FUNGOS  
ZOOSPÓRICOS - UFPI



**CUIDADOS COM A ÁGUA DE  
POÇOS**

2009