

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA

CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL

CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE INTEGRADO)

ANÁLISE MICOLÓGICA DO RIO ITAPOCU

ANA CAROLINA PINTER DA SILVA

EDUARDO FELIPE GRANDE

GUILHERME MULLER KEISER

JÚLIA ELISE ALVARENGA MIOTTO

LAYNA EDUARDA RHODE

MARINA MUELLER

JARAGUÁ DO SUL

2016

ANA CAROLINA PINTER DA SILVA

EDUARDO FELIPE GRANDE

GUILHERME MULLER KEISER

JÚLIA ELISE ALVARENGA MIOTTO

LAYNA EDUARDA RHODE

MARINA MUELLER

ANÁLISE MICOLÓGICA DO RIO ITAPOCU

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina - câmpus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Pinheiro
Coordenadora: Profa. MSc. Lenita Ana Bianchetti
Splitter

JARAGUÁ DO SUL

2016

AGRADECIMENTOS

Aos professores Luciana Valgas, Elder Leopoldino, Heloísa Fernandes e Alessandra Oriente, por auxílios diversos prestados durante a execução da pesquisa. Aos estagiários Felipe Z. Benevenuti, Thiago Schuler e Mariana Furtado, pelas dicas, pelo apoio sempre presente durante as longas estadas no laboratório. Aos funcionários do Comitê da Bacia do Rio Itapocu, Bruno Jahn e Karine Holler, pelo incentivo primário ao escolher nosso sistema de estudo, e por fornecer informações importantíssimas para o trabalho. A Edilson Bories Tarachucky, por disponibilizar o laboratório têxtil para o uso e auxiliar no manuseio dos microscópios trinoculares, de melhor qualidade, essenciais para a execução desta pesquisa. A Jackeline Rode, pela paciência, compreensão e por estar presente, principalmente nos dias de coleta aos sábados, cedendo parte de seu tempo e fornecendo bibliografia de referência essencial para a execução da pesquisa.

E em especial a orientadora prof. dra. Luciana Pinheiro, que esteve presente em todos os momentos do projeto, por se preocupar não só com a pesquisa mas também com a saúde física e mental do grupo, por disponibilizar tempo para ajudar, retirar as dúvidas e estar ao lado do grupo, tanto nos momentos bons, quanto nos momentos difíceis, dando apoio, norteando e incentivando o grupo durante toda a pesquisa.

RESUMO

O rio Itapocu, localizado no município de Jaraguá do Sul (SC), tem grande importância para os municípios do Vale do Rio Itapocu e não há nenhum estudo microbiológico sobre ele; levando em consideração a importância dos estudos dos fungos e a escassez de estudos na área de micologia a presente pesquisa visou a identificação de fungos filamentosos em três pontos do rio Itapocu. Dessarte, foram coletadas amostras de água e utilizando iscas de maçãs para a realização das análises. Foram avaliados parâmetros físico-químicas (oxigênio dissolvido, turbidez, pH e demanda bioquímica de oxigênio) e microbiológicos (identificação dos fungos filamentosos). Os resultados microbiológicos obtidos indicam que os filos mais encontrados nos pontos analisados foram Myxomycota, Zygomycota e Oomycota e quanto aos padrões físico-químicos as amostras encontraram-se dentro dos padrões do CONAMA para oxigênio dissolvido, turbidez e potencial hidrogeniônico. Conclui-se que os resultados obtidos mostram a necessidade da criação de uma legislação em relação em fungos, uma vez que há parasitas nesse meio aquático.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Itapocu; micologia; biodiversidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do rio Itapocu.....	11
Figura 2: Representação de hifa septada e hifa	13
Figura 3: Fungo do filo Oomycota parasitando peixe.....	15
Figura 4: Frequência de filamentos no ponto 1 pelo método da membrana filtrante, bairro Nereu Ramos.....	32
Figura 5: Frequência de filamentos no ponto 2 pelo método da membrana filtrante, bairro Três Rios do Sul.....	32
Figura 6: Frequência de filamentos no ponto 3 pelo método da membrana filtrante, bairro Baependi.....	33
Figura 7: Frequência de filamentos no ponto 1 pelo método da isca com maçã, bairro Nereu.....	33
Figura 8: Frequência de filamentos no ponto 2 pelo método da isca com maçã, bairro Três Rios do Sul.....	34
Figura 9: Frequência de filamentos no ponto 3 pelo método da isca com maçã, bairro Baependi.....	34

LISTA DE TABELAS E QUADROS

- Tabela 1:** Análises físico-químicas do Rio Itapocu, ponto de coleta 1, bairro Nereu Ramos, em Jaraguá do Sul, SC. Coleta em 30 de abril de 2016..... 24
- Tabela 2:** Análises físico-químicas do Rio Itapocu, ponto de coleta 2, bairro Três Rios do Sul, em Jaraguá do Sul, SC. Coleta em 07 de maio de 2016..... 24
- Tabela 3:** Análises físico-químicas do Rio Itapocu, ponto de coleta 3, bairro Baependi, em Jaraguá do Sul, SC. Coleta em 21 de maio de 2016..... 25
- Quadro 1:** Diversidade e frequência de filamentosos de fungos, encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, e suas características morfológicas. Método da membrana filtrante..... 27
- Quadro 2:** Diversidade e frequência de filamentosos de fungos, encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, e suas características morfológicas. Método da isca de maçã..... 29
- Quadro 3:** Diversidade de filamentosos de fungos, encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina. Método da membrana filtrante..... 31
- Quadro 4:** Diversidade de filamentosos de fungos, encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina. Método da isca de maçã..... 31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU.....	11
2.2 FUNGOS AQUÁTICOS.....	12
2.2.1 Classificação dos fungos aquáticos.....	12
2.2.2 Taxonomia de fungos.....	14
3 METODOLOGIA	18
3.1 COLETA.....	18
3.1.1 Coleta para Análise Físico-Química.....	19
3.1.2 Coleta para Análise Microbiológica.....	20
3.2 ANÁLISES.....	20
3.2.1 Análise Físico-Química.....	20
3.2.2 Análise Microbiológica.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	24
4.1.2 Tratamento de Resíduos.....	26
4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICES	41
GLOSSÁRIO	46

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Itapocu está localizada na baixada norte catarinense, e é a mais importante da região, ocupando uma área de 2930 km². O rio Itapocu tem 25 m³/s de vazão e sua extensão é de 116 km, iniciando em Corupá (SC) e desaguando no Oceano Atlântico na localidade de Morro Grande, a 8 km de Barra Velha (SC). Suas águas são vastamente utilizadas em todo vale, sendo os principais municípios contemplados por seu curso: Corupá, Jaraguá do Sul, Guaramirim, Schroeder e Massaranduba e os principais afluentes os rios Itapocuzinho, Piraí, e Putanga (INSTITUTO RÃ-BUGIO, 2008). Possui rios longitudinais, com declives acentuados e curso superior, leitos acidentados e vales suspensos, de acordo com o Plano Básico de Desenvolvimento Ecológico-Econômico da AMVALI (Associação dos Municípios do Vale do Itapocu) (AMVALI, 1996, p. 45), essa associação possui o intuito de compreender os interesses em comum dos municípios da região para representar e integrar seus associados.

Segundo o Instituto Rã-Bugio (2008), instituição que promove a educação ambiental em defesa da mata Atlântica e seus remanescentes visando à conservação da biodiversidade e recursos hídricos, os principais problemas apresentados ou relacionados ao rio são os seguintes: mineração de areia e cascalho, utilização indiscriminada de agrotóxicos e fertilizantes, despejo de efluentes domésticos e industriais sem tratamento. Tais ações influenciam na presença e na vitalidade de vários seres vivos, incluindo os fungos, ponto central da pesquisa.

Moreira e Schoenlein-Crusius (2010) declaram que os fungos, conhecidos popularmente como mofos, bolores, cogumelos e leveduras, são microrganismos muito importantes para as indústrias alimentícias e farmacêuticas. Também atuam na ciclagem dos nutrientes, agindo na decomposição da matéria orgânica juntamente com as bactérias, tanto em ambiente terrestre como ambiente aquático.

De acordo com o Glossário de Ecologia da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP), os fungos são classificados como saprótrofos e também

parasitas, ou seja, trata-se de um organismo heterotrófico, que se nutre de matéria orgânica morta ou parcialmente decomposta. Os saprófitos liberam substâncias durante a decomposição da matéria orgânica que podem agir como bloqueadores do crescimento de outros organismos, como a penicilina. Além disso, podem produzir substâncias estimulantes, como vitaminas. Conforme Odum (1988), os fungos são especialmente abundantes na interface lama-água de lagos e junções como serapilheira-solo dos campos.

Apesar de sua importância na biosfera, os fungos, particularmente, receberam maior atenção somente nas últimas décadas, pois as infecções fúngicas estão se tornando muito comuns. Vêm sendo observados em água, inclusive em altas concentrações, espécies patogênicas, alergênicas e toxigênicas (YAMAGUCHI et al., 2007; HAGESKAL, 2009; NUNZIO; YAMAGUCHI, 2010 apud OTTONI; YAMAGUCHI; OYAMA; YAMAGUCHI, 2014, p. 3427).

Derlene Attili de Angelis (pesquisadora do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas, da Unicamp, e curadora da Coleção Brasileira de Microrganismos de Ambiente e Indústria, na mesma instituição), em uma webconferência com os autores deste relatório, enfatizou que a ciência ainda carece de recursos humanos em taxonomia de fungos (ANGELIS, 2015, comunicação verbal).

A micologia, sendo a área da biologia destinada ao estudo de fungos, é uma ciência que tem avançado muito nas últimas décadas, no entanto a literatura micológica ainda é escassa (LUZ; INÁCIO, 2009), e isso significa escassez de chaves sistemáticas. Devido a essa escassez e possível falta de atualizações, a identificação dos organismos do reino Fungi e sua classificação por meio da observação de suas características morfológicas torna-se incerta (ANGELIS, 2015).

Cientes da falta de estudos na área de micologia, e ainda, considerando o pouco conhecimento sobre a microbiologia do rio Itapocu, indagou-se: Quais grupos de fungos podem ser identificados pela morfologia macrométrica e micrométrica, no Rio Itapocu, em Jaraguá do Sul?

Para responder tal questão, determinou-se como objetivo central para a pesquisa: identificar fungos filamentosos presentes em três pontos de coleta no Rio Itapocu, no município de Jaraguá do Sul. Especificamente:

1 - Coletar amostras a partir da água e de iscas no rio Itapocu;

2 - Identificar os fungos presentes nas amostras de água e iscas a partir do cultivo em laboratório;

3 - Realizar análises físico-químicas da água.

As seguintes hipóteses foram formuladas e testadas: 1) predominam no rio os filos Blastocladiomycota e Chytridiomycota; 2) o ponto 3 (ponte Walter Breithaupt, bairro Baependi) apresentará maior diversidade de fungos em comparação ao ponto 1 (ponte Alberto Bauer, bairro Nereu Ramos); 3) a metodologia de coleta por isca apresentará maior biodiversidade do que o método da membrana filtrante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU

Bacia hidrográfica pode ser definida como área de captação natural de água das chuvas que, por seus acidentes geográficos, faz escoar a água para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica apresenta superfícies vertentes e cursos de água que convergem toda a descarga hídrica desta bacia, formando um ponto chamado exutório (TUCCI, 1997, apud PORTO; PORTO, 2008). A bacia hidrográfica presente no município de Jaraguá do Sul, é a bacia do rio Itapocu (figura 1), na qual está localizada na baixada norte catarinense, sendo a mais importante da região. Sua área é de 2930 km², com 25 m³/s de vazão e sua extensão é de 116 km, iniciando em Corupá (SC) e desaguando no Oceano Atlântico na localidade de Morro Grande (SC), a 8 km de Barra Velha (SC). Suas águas são vastamente utilizadas em todo Vale, sendo os principais municípios contemplados Corupá, Jaraguá do Sul, Guaramirim, Schroeder e Massaranduba e os principais afluentes os rios Itapocuzinho, Pirai, e Putanga (INSTITUTO RÃ-BUGIO, 2008).



Figura 1: Mapa da Bacia Hidrográfica do rio Itapocu.

Fonte: Google imagens.

2.2 FUNGOS AQUÁTICOS

Em uma amostra de água é possível encontrar fungos aquáticos, terrestres ou espécies que vivem em ambos os meios (cosmopolitas), então, de acordo com Odete Rocha (s.d.; p.18), “Somente aqueles capazes de se reproduzirem em ambiente aquático podem ser considerados fungos genuinamente aquáticos”.

No geral, os fungos de ambiente aquático são zoospóricos (ver item 11 do glossário, p.49) ou não-zoospóricos. O primeiro pertence aos filós que apresentam em seus esporos sexuais, estruturas especializadas na locomoção em meio aquático. O segundo, “pertence aos filós Ascomycota, Basidiomycota e Deuteromycota, geralmente produzem esporos, tornando-se resistentes às variações ambientais” (ROCHA, s.d.).

2.2.1 Classificação dos fungos aquáticos

Segundo Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), os fungos, pseudo-fungos e organismos plasmodiais, com algumas exceções, são aeróbios, porém podem apresentar resistência às baixas concentrações de oxigênio ou até mesmo à sua falta, diminuindo seu metabolismo e mantendo-se em dormência na forma de estruturas de resistência. São independentes da luz para o crescimento. Grande parte desses microrganismos é sapróbia, se alimenta de matéria orgânica morta, mas pode se comportar como um parasita, atacando plantas, algas, animais, incluindo humanos. Há fungos que apresentam comportamento de parasita ocasional, de decompositores de matéria orgânica morta podem tornar-se parasitas, agindo de acordo com a oportunidade apresentada pelo ambiente. Muitas espécies de fungos podem também apresentar relações de mutualismo com animais, plantas e algas.

Os mesmos autores ainda citam que os fungos podem ser definidos como microrganismos eucariontes, aclorofilados, heterótrofos. Se alimentam por

absorção, possuem parede celular constituída por quitina e β - glucano (com exceção dos myxomycota) e também apresentam um material de reserva energética na forma de glicogênio ou lipídeos. Eles podem ser unicelulares ou multicelulares, microscópicos ou macroscópicos, com reprodução assexuada e/ou sexuada, resultando na formação de esporos ou conídios.

Os pseudo-fungos, ou organismos zoospóricos, são microscópicos, eucariontes, aclorofilados, heterótrofos, alimentam-se por absorção, são unicelulares ou multicelulares com hifas cenocíticas, parede celular constituída por celulose e algumas espécies com pequenas quantidades de quitina, também apresentam flagelos em suas estruturas de reprodução assexuadas (zoósporos) e sexuadas (planogametas). Vale ressaltar que os fungos, segundo Luz e Inácio (2009), “[...] definitivamente não possuem flagelos”.

Para Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), o corpo dos fungos, com exceção das leveduras, é constituído por filamentos ramificados denominados hifas, que são septadas (com septos, ou seja, divisões) ou cenocíticas (sem septos). O agrupamento de hifas é chamado de micélio, que pode se organizar de diversas formas, sendo responsável pela formação das estruturas de reprodução, tanto microscópicas como macroscópicas.



Figura 2: Representação de hifa septada e hifa cenocítica.

Fonte: Tortora, Funke e Case (2012, p. 331).

2.2.2 Taxonomia de fungos segundo Putzke e Putzke (1998)

Por muito tempo acreditou-se que os únicos reinos existentes eram o Animal e o Vegetal, contudo foram descobertos os primeiros fungos plasmodiais. Como estes seres não se encaixavam em nenhum dos dois reinos, criou-se um terceiro, o Mycetidae. Porém, ao longo do tempo os estudos se aprofundaram e mais informações foram levantadas acerca destes organismos, e percebeu-se que eles se assemelhavam mais aos grupos animais. Até a atualidade, a taxonomia e sistemática de fungos é bastante divergente entre os especialistas. Adotou-se então, por facilidade de acesso, a chave taxonômica de Putzke e Putzke (1998) e, com ela, pôde-se chegar até à unidade taxonômica de filo, que era o objetivo da pesquisa. Cada fungo possui características que permitem sua identificação, tais características estão descritas abaixo, segundo os autores da chave. (Cabe frisar que toda esta seção foi revisada a partir de Putzke e Putzke (1998).)

Dentre os filos de fungos comuns em ambientes aquáticos estão os filos Ascomycota, Basidiomycota, [Blastocladiomycota], Zygomycota, Oomycota, Myxomycota, Deuteromycota e Chytridiomycota.

O **filo Chytridiomycota** desenvolve-se principalmente em ambiente aquático, mas também no solo, são geralmente saprófagos, com apenas algumas espécies parasitas de algas e plantas, economicamente importantes. O filo Chytridiomycota era agrupado junto dos Oomycetes e Mastigomycetes, contudo a composição de sua parede celular, β -glucano e quitina, o diferencia desses outros fungos, não havendo ainda uma organização definitiva. Tem nutrição heterotrófica. Produz zoosporos uniflagelados do tipo chicote, o que é a principal característica do filo; o talo cenocítico pode ser unicelular (quando todo o talo se transforma em uma ou mais estruturas reprodutivas), ou pluricelular (formando micélio verdadeiro), sendo que o talo pode ser ainda monocêntrico (única estrutura reprodutiva) ou policêntrico (múltiplas estruturas reprodutivas). O zoosporo tem um único núcleo, que tem localização variada entre as espécies. O zigoto formado pode converter-se em esporos, esporângios de resistência ou dar origem a um talo cenocítico diploide. Possui parede celular composta por quitina.

Algumas estruturas celulares são exclusivas deste filo, tais como o rumpossomo, “estrutura composta por túbulos interconectantes localizados na extremidade posterior do zoosporo”; o corpo-lateral, “sistema de membranas duplas localizado próximo ao flagelo, associado a microcorpos e corpos lipídicos, de função desconhecida”; a capa nuclear, “ribossomos aglomeram-se junto ao núcleo e são envoltos por capa, a qual quase envolve o núcleo, ficando mais estreita próximo ao ponto de inserção do flagelo”; dentre outras estruturas.

Os fungos do **filo Oomycota** são encontrados principalmente em ambiente aquático (tanto marinho como continental), embora estejam presentes também em ambientes terrestres. A maioria dos representantes é saprófito e aeróbio, mas o filo apresenta espécies anaeróbias e parasitas, sendo principalmente parasita de algas, mas também de outros fungos, nematoides, larvas de mosquito, artrópodes e peixes (Figura 1), bem como seus ovos. Também causam várias doenças em plantas. Os organismos presentes neste filo são uni ou pluricelulares, holocárpicos ou eucárpicos, com hifas cenocíticas, com septos raramente presentes para delimitar hifas velhas ou estruturas de reprodução. A reprodução sexuada é desconhecida em algumas espécies, porém em outras ela é heterogâmica, em que todo o talo pode agir como gametângio ou partes podem diferenciar-se em estruturas hifáticas denominadas oogônios. A reprodução assexuada se dá por meio da produção de zoosporos produzidos por zoosporângios ou em vesículas.



Figura 3: Fungo do filo Oomycota parasitando peixe.

Fonte: Tortora, Funke e Case (2012, p. 345).

O **filo Myxomycota** possui organismos muito primitivos, fagotróficos com estruturas somáticas sem parede celular, é formado por mixamebas e/ou plasmódio verdadeiro, move-se e alimenta-se como amebas. O filo tem fase somática constituída por amebas simples, que se movem por meio da formação de pseudópodes filosos, mas também pode ocorrer desenvolvimento de plasmódio verdadeiro e células flageladas. Sua taxonomia é bastante confusa, sendo que o autor da chave taxonômica utilizada para a identificação dos fungos nesta pesquisa classifica-os como parte do reino Protista, assemelhando-se aos filios Acrasiomycota, Labyrinthulomycota e outros.

Os representantes do **filo Zygomycota** formam esporo de resistência, que tem parede grossa e são denominados zigosporos, originam-se de zigosporângios resultantes da fusão de gametângios iguais (o que difere o filo Zygomycota do filo Oomycota). Algumas espécies do filo tem reprodução sexuada desconhecida. Essas espécies estão inclusas no filo Zygomycota por produzirem esporos sem flagelo. O micélio é cenocítico, com septos apenas para separar o esporângio ou zigosporo durante o amadurecimento. As paredes celulares deste filo são constituídas por quitina, quitosano e ácido poliglucurônico; algumas espécies não possuem parede celular. Algumas espécies podem crescer tanto na forma de levedura quanto na forma micelial. São normalmente terrestres, mas algumas espécies tem vida aquática, são saprófagos, eventualmente parasitas de plantas, raramente de animais.

Os **Ascomycota**, assim como os Basidiomycota, são denominados fungos superiores, por sua complexidade estrutural e modo de reprodução (mais evoluídos que dos outros filios). A evolução do filo é desconhecida e motivo de muitas discussões e controvérsias entre estudiosos da área. Economicamente estes fungos são bastante importantes, pois algumas de suas espécies são largamente utilizadas nos processos de fermentação alcoólica e em alimentos. A principal característica do filo é a presença de ascos, estruturas de forma variada que contém esporos, originados através de um processo cariogâmico. Os ascos podem originar uma série diferente de hifas ou tecidos formados entre os ascos, o hematécio. O micélio deste filo é septado, pode originar uma frutificação, denominada ascósporo.

O filo **Basidiomycota** possui os membros mais evoluídos dos fungos. A maioria das espécies forma frutificações macroscópicas, com hifas modificadas que formam pseudotecidos e estruturas de reprodução, denominadas basídios. São estruturas especializadas na formação de esporos exógenos, externos à estrutura; ao contrário dos basidiósporos, formados, geralmente, no ápice dos prolongamentos denominados esterigmas. O micélio consiste de hifas septadas, bem desenvolvidas, que, apesar de microscópicas, podem ser facilmente observadas quando formam o micélio, a cor varia do branco ao laranja. Os agrupamentos de hifas formam cordões de micélio, conhecidos como rizomorfas.

Os **Deuteromycota**, também conhecidos como fungos mitospóricos, são fungos que não possuem fase sexual ou, se possuem, ainda é desconhecida. Por esse motivo, são denominados fungos imperfeitos. Seu micélio é septado e se reproduzem por meio de conídios. Muitos dos integrantes deste filo são saprófitos, mas há também há muitos parasitas, que causam doenças em plantas e animais, incluindo humanos. São cosmopolitas, podem viver em ambiente terrestre e também aquático, de água doce ou salgada. Algumas espécies são importantes economicamente por produzir certos químicos, incluindo antibióticos. O soma (talo) é formado por hifas bem desenvolvidas, ramificadas e septadas, possui células multinucleadas, seus septos são perfurados, o que permite passagem de plasma entre os compartimentos. Estes fungos são muito semelhantes aos Ascomycota, uma das similaridades entre os dois fungos são os seus septos; diferentemente dos Basidiomycota, estes não possuem fíbula (grampo que permite a passagem do núcleo de um compartimento para o outro).

3 METODOLOGIA

3.1 COLETAS

Para a realização das análises, foram estabelecidos três pontos do rio Itapocu, localizado no município de Jaraguá do Sul, Santa Catarina. Esses pontos foram estabelecidos com o objetivo de obter dados mais abrangentes e uniformes sobre o município. O primeiro ponto de coleta se localiza no bairro Nereu Ramos¹. O segundo ponto encontra-se no bairro Três Rios do Sul² e o terceiro ponto de coleta se localiza no bairro Baependi³ (Apêndice 1). As coletas para análise físico-química foram realizadas nos dias 30/04/2016, 07/05/2016 e 21/05/2016, respectivamente; as amostras para análise microbiológica foram coletadas nos dias, 08/07/2016, 10/07/2016 e 14/07/2016; nos pontos 1, 2 e 3, respectivamente e as iscas de maçã foram postas nos dias 30/04/2016, 07/05/2016 e 21/05/2016. Contudo, as iscas do terceiro ponto tiveram que ser recolocadas, pois não havia nenhuma isca no dia da coleta, destarte, esta isca foi recolocada no dia 25/05/2016 e foram retiradas nos dias 07/05/2016, 16/05/2016 e 01/06/2016. Ao todo, as coletas de campo exigiram um esforço amostral de 17 horas, aproximadamente. Cabe registrar que anterior às coletas que são apresentadas neste relatório, foram realizadas três coletas e análises piloto para o treinamento da equipe.

As coletas e as análises foram divididas em dois grupos: físico-químicas, que consistem em temperatura, Potencial Hidrogeniônico (pH), turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅); e microbiológicas, através da cultura e análise de fungos em laboratório. Para as análises

¹ O Ponto 1 localiza-se no bairro Nereu Ramos, na ponte Auberto Bauer (26°44'89"S, 49°16'50"W). Este ponto de coleta é cercado, em ambas as margens, de mata ciliar, não há nenhum encanamento de esgoto visível e não havia, também, lixo ou outros agentes antrópico, nas proximidades nos dias e horários em que foram realizadas as coletas.

² O Ponto 2 localiza-se no bairro Três Rios do Sul, na ponte do Rodeio (26°44'85"S, 49°13'00"W). Na margem esquerda deste ponto, há alguns metros de mata ciliar, não havia lixo ou outros agentes antrópico nos dias e horários em que foram realizadas as coletas. A margem direita é composta por pastagem, no local, não havia lixo, porém haviam bovinos circulando e não há presença de mata ciliar, pôde-se observar um processo de erosão, possivelmente, em decorrência disso.

³ O Ponto 3 localiza-se no bairro Baependi, na ponte Walter Breithaupt (26°48'59"S, 49°08'07"W). Neste ponto, em ambas as margens foi percebido a presença de encanamentos de esgoto, lixo e outros agentes antrópicos (foi encontrado nesse ponto também uma ossada de animal e lixo, aparentemente, hospitalar).

físico-químicas foram coletadas três amostras em cada margem, assim como no centro, em cada ponto do rio, para aumentar a precisão dos resultados obtidos. Porém, para as análises microbiológicas foram coletadas amostras somente nas margens, em razão da existência de corrente nos rios e ribeiros não facilitar a presença de microrganismos em suspensão no centro do rio. Isso acontece somente em grandes rios, que possuem uma coluna de água profunda e corrente lenta, é o que diz o Instituto de Ciências Biológicas de Minas Gerais (2012).

3.1.1 Coletas para Análise Físico-Química

As amostras de água para análise físico-química foram coletadas de cima da ponte com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, uma vez que este equipamento possui corda, permitindo assim, a coleta tanto nas margens como no centro do rio. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em vidrarias específicas para cada análise, como os frascos de DBO (para a análise de DBO), com volume aproximado de 350 mL cada, e frascos âmbar de diversos volumes para as demais análises. As amostras de OD receberam no momento da coleta a adição de 2 mL de Sulfato Manganoso ($MnSO_4$) e 2 mL de uma solução de Azida de Sódio (NaN_3), Iodeto de Potássio (KI) e Hidróxido de Sódio (NaOH), para fixar o oxigênio na amostra, evitando, assim, perturbações que poderiam interferir nos resultados. Contudo algumas amostras não receberam adição destas soluções no momento da coleta, devido a imprevistos ocorridos no campo; à estas amostras foram adicionadas as soluções somente quando chegaram no laboratório. As amostras de OD e DBO foram armazenadas de forma que não houvesse bolhas dentro dos frascos, que poderiam interferir nas análises. Em seguida as amostras foram identificadas e armazenadas em caixas térmicas assepsiadas. Seguindo a recomendação de Parron, Muniz e Pereira (2011), as amostras foram coletadas à altura entre 15 e 30 cm.

3.1.2 Coletas para Análise Microbiológica

As amostras coletadas para análises microbiológicas foram retiradas diretamente do rio para evitar contaminações. Para tal, foram utilizados frascos âmbar, com volume aproximado de 100 mL. Estes frascos foram autoclavados, com rolha de algodão na boca e envoltos em papel kraft. O papel kraft, só foi retirado após a imersão do frasco no rio. Com isso, a rolha de algodão (utilizada para tampar o frasco após a coleta), não entrou em contato com o ar atmosférico, evitando a contaminação de meios externos. Durante a coleta, o frasco foi mantido completamente imerso na água e foi tampado ainda imerso, com a rolha de algodão e com a tampa do frasco, que, por ser feita de plástico não-autoclavável, foi promovida a assepsia apenas com álcool, que segundo Moriya e Módena (2008) é um bactericida fungicida e virucida seletivo. Seguinte à coleta, estes frascos foram identificados e acondicionados em caixa térmica assepsiada com álcool 70% e exposição à luz UV (15 minutos), seguindo-se o transporte do material para o laboratório.

O método por isca com maçãs utilizou maçãs orgânicas - pois estas não contém fitossanitários que possam interferir na proliferação dos fungos na maçã - cortadas ao meio e introduzidas em latas (milho e ervilha) que foram devidamente lacradas, e amarradas às margens do rio com fio de nylon, para evitar que fossem levadas pela correnteza. Após sete dias (com exceção das maçãs do ponto 2 que ficaram 9 dias), as latas foram retiradas para que as maçãs não apodrecessem, então foram colocadas em uma caixa térmica asséptica, para evitar contaminação.

3.2 ANÁLISES

3.2.1 Análises Físico-Químicas

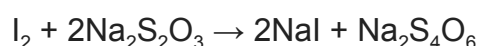
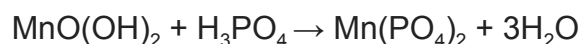
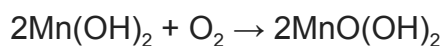
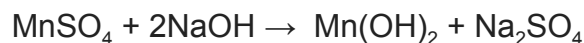
As análises de turbidez foram realizadas com turbidímetro digital. Para a análise foi, primeiramente, realizada a calibração do equipamento. Em seguida a amostra foi agitada para homogeneização e, após isso, a amostra foi transferida para a cubeta, preenchendo-a completamente. A cubeta, então, foi limpa com papel

toalha, de maneira a retirar qualquer marca que poderia interferir nos resultados e, posteriormente, colocada no turbidímetro para a análise. Os resultados, expressos em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU), foram anotados e então a cubeta lavada com água destilada e seca com papel toalha para receber a próxima amostra; o turbidímetro foi recalibrado a cada troca de amostra.

As análises de pH foram realizadas com um pH-metro de bancada. Para a análise, primeiramente, foi realizada a calibração do equipamento, com o uso de soluções tampão de pH 4 e pH 7. Com o equipamento calibrado, a amostra era transferida do frasco âmbar para um béquer de 150 mL. Então, o eletrodo era colocado em contato com a amostra e os resultados obtidos eram anotados e a amostra era descartada. Em seguida o béquer era lavado com água destilada e seco com papel de bancada, e, à cada análise, o eletrodo do pH-metro foi lavado com água destilada.

As análises de OD e DBO foram executadas através do método de Winkler, que consiste em uma titulação iodométrica de acordo com o procedimento apresentado por Vogel (2002). Para esta análise foram adicionados 2 mL de uma solução composta de Iodeto de Potássio (KI), Hidróxido de Sódio (NaOH) e Azida de Sódio (NaN_3) e 2 mL de Sulfato Manganoso (MnSO_4). A adição destas soluções forma um precipitado marrom (resultado da oxidação do sulfato manganoso à valência mais alta) que indica a presença de oxigênio na amostra, caso não houvesse oxigênio dissolvido na amostra o precipitado seria branco (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, [20--]). Após a adição das soluções a amostra foi deixada em repouso, para que todo o floculado formado decantasse e, posteriormente, adicionado 2 mL de ácido fosfórico, para diluir o sólido. Em seguida foi retirado um volume de 100 mL da solução, dando início à titulação do iodo presente na amostra, (o qual é quimicamente igual a quantidade de oxigênio dissolvido, tendo como titulante o Tiossulfato de Sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), que foi adicionado até que a solução atingir um tom de amarelo claro. Após foi adicionado 2 mL de solução amido, que age como indicador de iodo, deixando a amostra num tom azul intenso, e seguindo o mesmo processo de titulação com o tiossulfato até a solução ficar transparente, finalizando o procedimento. As reações ocorridas neste processo são expressas nas equações químicas abaixo (a azida de sódio não está

representada, pois tem como função deteriorar nitritos (agente de interferência) não faz parte da titulação):



A quantidade utilizada de tiosulfato de sódio necessária para chegar na cor desejada foi anotada. Através do cálculo “1mL de tiosulfato 0,0125M equivale a 1mg de oxigênio dissolvido” (VOGEL, 2002, p. 243), foi calculado a quantidade de oxigênio dissolvido, com os resultados expressos em mg/L. As análises de DBO foram armazenadas ao abrigo da luz e a temperatura ambiente durante 5 dias. Após este período seguiram o mesmo processo de titrimetria e então o valor resultante foi subtraído do valor de OD no dia da coleta. Assim foi obtido o valor da demanda de oxigênio neste período de tempo.

A temperatura foi analisada com termômetro digital no momento da coleta e anotada.

3.2.2 Análises Microbiológicas

Assim como o material para a coleta, o material empregado nas análises e manuseio de microrganismos devem estar devidamente esterilizado, dessarte, foi adotada esterilização com vapor úmido, fazendo uso de autoclave, seguindo a recomendação de Silva Filho e Oliveira (2007). Segundo os autores, os materiais devem ser lavados com detergente neutro, enxaguados com água destilada, secados (em estufa ou ao ambiente) para que não haja nenhum agente que altere o pH dos meios de cultura. Contudo, lavagem, enxague e secagem já são práticas do laboratório, destarte, o material apenas foi embrulhado, de acordo com suas características - as placas foram embrulhadas em conjunto de 4 ou 5, os frascos erlenmeyer foram tampados com rolhas de algodão e a boca também foi embrulhada com papel kraft - e o material, foi então autoclavado durante 15 minutos a uma temperatura de 121 °C e pressão de 1,25 atm, aproximadamente. Também

foram esterilizados os funis (já com a membrana filtrante), pinças e béqueres utilizados na filtração da água. O papel kraft e a rolha de algodão, neste processo, têm função de impedir a contaminação após a esterilização.

Para a cultura dos fungos foi utilizado o meio de cultura Saboraud - meio próprio para a cultura e isolamento de fungos - com concentração de 65 g/mL, conforme recomendação do fabricante, suplementado com Cloranfenicol à 30 mg/100 mL, seguindo a metodologia de Ottoni *et alli* (2014). Como não foi possível obter cloranfenicol líquido em função do controle de vendas de antibióticos, adaptou-se com discos de antibiograma. O cloranfenicol se liga aos ribossomos da bactéria, impedindo a síntese proteica, deste modo impedindo o crescimento de bactérias (ANTIBACTERIANOS, [20--]). O meio de cultura, previamente autoclavado, ainda líquido e quente foi, então, distribuído em placas de petri. Durante o tempo de solidificação do meio de cultura, foram realizadas filtrações das amostras de água. Para a filtração foram utilizadas membranas filtrantes de 25 µm de porosidade. Em seguida, as membranas foram dispostas nas placas, contendo o meio de cultura, utilizando as pinças autoclavadas. Para o método da isca com maçã foi feita uma repicagem da maçã para o meio de cultura. Com uma alça de platina, flambada e fria, foi transferida uma porção da maçã para a placa de petri.

Esses procedimentos foram feitos dentro da Câmara de Fluxo Laminar, fazendo uso de luvas esterilizadas e máscara para evitar a contaminação da amostra e do operador. Após isso, as placas foram identificadas e incubadas a 25 °C por no mínimo 10 dias.

Passados os dez dias, foram iniciadas as análises macrométricas das amostras, isto é, a olho nu. Nessa análise, foi caracterizada a aparência macrométrica das colônias de fungos nos seguintes parâmetros: cor, tamanho, bordas (filamentosa, rizóide, etc.), consistência (algodoada, amanteigada, seca etc.) e aparência (opaca ou brilhante), de acordo com Silva Filho e Oliveira (2007). Em seguida, foram preparadas lâminas, retirando-se um pedaço da colônia a ser analisada, adicionando uma gota de água e prensando o material entre a lâmina e a lamínula. As lâminas foram preparadas sem corante, exceto alguns fungos brancos, em que foi necessário a aplicação de corante (azul de metileno) para melhor visualização ao microscópio. A técnica adotada para análise micrométrica foi

a microscopia óptica, que proporciona um aumento de até 1000x e o equipamento utilizado foi um microscópio óptico trinocular, pois permite registrar, em fotos ou vídeos, a imagem da amostra durante a análise. Além deste instrumento, foi utilizado um estereoscópio, que permite a observação, e registro, da colônia macrometricamente. Cabe registrar que as análises laboratoriais demandaram um esforço de cerca de 350 horas. É importante ressaltar que as análises iniciaram após dez dias de incubação, contudo, não foi possível concluí-las em um único dia, destarte algumas placas permaneceram por mais tempo incubadas, o que é uma possível fonte de erro para a pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados obtidos, através de análises físico-químicas realizadas nos laboratórios de Química do Instituto Federal de Santa Catarina - Jaraguá do Sul, estão apresentados nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Análises físico-químicas do Rio Itapocu, ponto de coleta 1, bairro Nereu Ramos, em Jaraguá do Sul, SC. Coleta em 30 de abril de 2016.

Análises	Margem Direita	Centro	Margem Esquerda
pH	7,41	7,39	7,41
Turbidez	12,1 NTU	12,5 NTU	12,1 NTU
DBO	12,6 mg	9,0 mg	12,6 mg
OD	15,6 mg	15,6 mg	14,4 mg

Fonte: Os autores(2016).

Tabela 2. Análises físico-químicas do Rio Itapocu, ponto de coleta 2, bairro Três Rios do Sul, em Jaraguá do Sul, SC. Coleta em 07 de maio de 2016.

Análises	Margem Direita	Centro	Margem Esquerda
pH	7,42	7,45	7,46

Turbidez	12,4 NTU	11,5 NTU	10,9 NTU
DBO	7,8 mg	13,8 mg	9,0 mg
OD	17,4 mg	15,0 mg	13,8 mg

Fonte: Os autores(2016).

Tabela 3. Análises físico-químicas do Rio Itapocu, ponto de coleta 3, bairro Baependi, em Jaraguá do Sul, SC. Coleta em 21 de maio de 2016.

Análises	Margem Direita	Centro	Margem Esquerda
pH	7,52	7,68	7,53
Turbidez	13,5 NTU	13,3 NTU	12,4 NTU
DBO	12,6 mg	15,0 mg	10,8 mg
OD	18,0 mg	18,0 mg	16,8 mg

Fonte: Os autores (2016).

Os valores encontrados nesta pesquisa para potencial hidrogeniônico (pH), turbidez e OD estão seguindo os padrões do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357, 2005, alterações nesses padrões podem indicar o nível de poluição nos corpos hídricos. Segundo a Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986, o valor do pH ideal, para o rio Itapocu (classe 2), é de 6,0 a 9,0; o valor para turbidez é de até 100 NTU; e OD, superior a 5mg/L. Os resultados da análise de DBO, conforme o CONAMA (357, 2005), estão com valores superiores ao permitido, pois deveriam conter valores inferiores a 5mg/L. As alterações nos padrões podem indicar o nível de poluição nos corpos hídricos.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) aponta a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica, através das ações de bactérias aeróbicas. Baseando-se nos estudos de Souza (2010), duas hipóteses em relação a alteração do DBO do rio Itapocu seriam a alteração do volume da água do rio, ocasionada pela baixa precipitação ocorrida no período de coletas, assim aumentando a quantidade de matéria orgânica e o despejo de efluentes sem o devido tratamento no rio, mostrando a capacidade de autodepuração do rio (um

processo natural de recuperação do corpo d' água, criando zonas nas águas, onde as substâncias se encontram mais concentradas). Outras explicações para os dados obtidos nas análises seriam os possíveis erros durante a execução do método, como por exemplo: não conseguir manter a temperatura correta no período de incubação, já que as amostras ficaram em temperatura ambiente, pois o laboratório não tem geladeiras com controle de temperatura; e/ou agitação da amostra durante o transporte; ou, ainda, ter realizado incorretamente o método de Winkler.

4.1.2 Tratamento de Resíduos

Para o tratamento de resíduos do método de Winkler, no qual foram utilizadas as soluções de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), iodeto de potássio (KI) e sulfato de manganês (MnSO_4), utilizamos um tratamento proposto pelos estagiários do laboratório. Em tal tratamento, foi adicionado peróxido de hidrogênio e hidróxido de sódio. Após a decantação do sólido formado, o resíduo foi filtrado. O líquido, de pH 13, foi acidificado até atingir um pH entre 5 e 8 para ser descartado. O sólido foi acondicionado no galão de resíduos do laboratório, de acordo com a política de tratamento de resíduos da instituição.

4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os quadros abaixo representam os diferentes morfotipos (definição "operacional" de espécie, baseada no reconhecimento de diferenças morfológicas) de fungos que foram cultivados em laboratório a partir das amostras coletadas no rio, bem como suas características morfológicas e frequência com que se apresentaram nas placas com meios de cultivo. Esses resultados foram obtidos a partir de análises macrométricas e micrométricas.

Quadro 1: Diversidade e frequência de fungos filamentosos encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, e suas características morfológicas, utilizando método da membrana filtrante.

Mor- fotip o	Filo	Frequên- -cia	Morfologia				
			Aparência	Tama- nho (mm)	Cor	Borda	Consistên- -cia
F1	Ascomycota	P1LDM A 2x	Opaco	30x23	Verde escuro e borda branca	Plana, lobada e regular	Gelatinosa e lisa
F2	Ascomycota	P1LEM A	Opaco	55x55	Verde	Circular, plana, esporos puntiforme umbonado	Seco
F3	Ascomycota	P3LDM A P3LDM C P3LEM A	Brilhante	50x21 TP TP	Branco	Hifas alongadas, elevado, circular	Algodoad
F4	Ascomycota	P3LDM B	Brilhante	11x6	Vermelho	Plano e irregular	Gelatinoso
F5	Ascomycota	P3LEM C	Opaco	31x10	Preto	Irregular	Gelatinoso
F6	Myxomycota	P1LDM A P1LEM A 2x P1LEM C P3LDM B P3LEM B	Opaco	10x16 7x5 1x1 TP TP	Verde escuro	Rizoide, irregular, plano e rugoso	Quebradiç o e seco
F7	Myxomycota	P1LDM A	Opaco	38X15	Verde escuro	Plano, irregular	Algodoad, úmido e esporos brancos
F8	Myxomycota	P1LEM B P1LEM C	Brilhante	21x4 27x25	Amarelo	Oval	Gelatinoso
F9	Myxomycota	P1LDM D P1LDM A P2LDM A	Opaco	12x12 TP 55x22	Beje escuro com bordas brancas	Umbonado, com bordas rizoidais	Quebradiç o e seco

F10	Myxomycota	P1LDM D P2LDM A P2LEM B	Opaco	27x15 5x5 5X5	Preto	Plano, rizoidal, borda levemente circular, com esporos	Amanteiga do
F11	Myxomycota	P1LDMD P1LDM A P2LEM B P3LDM A P3LDM B	Brilhante	TP	Branco	Circular, filamentosa	Algodoado
F12	Oomycota	P1LEM A	Opaco, com hifas brilhantes	75x26	Branco amarelado	Circular, filamentoso	Algodoado
F13	Oomycota	P1LEM C	Opaco	19x27	Verde	Borda circular, oval, plano	Quebradiç o, seco
F14	Oomycota	P1LEM C P1LDMD P3LDM C	Brilhante	TP 35x19 5X6	Branco	Hifas alongada, elevado	Algodoado
F16	Oomycota	P1LDM A	Opaco	35x15	Verde escuro, com esporos pretos	Borda rizoidal, plano, com esporos puntiformes	Seco
F17	Oomycota	P2LEM B	Opaco	9x9	Bege escuro, com bordas claras	Circular, levemente elevada no centro, borda rasa	Seco
F18	Oomycota	P3LDM B	Opaco	30x11	Marrom	Plana, esporos puntiformes	Seco
F19	Oomycota	P3LDM C	Opaco	6x5	Vermelho	Plano	Gelatinoso
F20	Zygomycota	P1LEM B P3LEM B	Opaca	11x11 TP	Branco	Circular, plana	Algodoadada
F21	Zygomycota	P2LDM A P1LDM A	Opaco	19x6 TP	Bege claro	Rizoidal, plana	Levemente brilhante
F22	Zyomycota	P3LEM A	Opaco	TP	Preto com esporos marrons	Levemente elevado, esporos puntiformes	Seco

F23	Zygomycota	P2LEM B	Opaco	37x23	Marrom avermelhado	Hifas alongadas, esporos puntiformes, circular	Gelatinoso, seco
F24	Deuteromycota	P3LDM A	Opaco	15x20	Preto	Puntiforme, umbonada	Gelatinoso
F25	Deuteromycota	P3LDM B P3LDM C	Opaco	11x11 10x10	Branco	Plano, circular, umbonado	Algodoado

Legenda: F = Fungo; P = Ponto do rio; LD = Lado direito; LE = Lado esquerdo; M = Membrana; A,B,C = Diferenciação de amostras triplicadas; TP = Ocupava toda a placa.

Fonte: Os autores (2016).

Quadro 2: Diversidade e frequência de fungos filamentosos encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina, e suas características morfológicas, utilizando método de isca com maçã.

Morfofoto	Filo	Frequência	Morfologia				
			Aparência	tamanho (mm)	Cor	Borda	Consistência
F1	Ascomycota	P1MÇ 2X	Opaco	12x9mm 7x4mm	Verde escuro com borda branca	Circular, plano	Gelatinoso-liso
F2	Ascomycota	P1MÇ	Opaco	6x5mm	Verde	Ondulado, umbonado	Algodoado gelatinoso
F3	Basidiomycota	P1MÇ	Brilhante	58mm	Branco	Irregular, ondulado, pulvinado	Algodoado
F4	Basidiomycota	P2MÇ P1MÇ	Opaco, borda translúcida	7x6mm	Cinza, com borda branca	Circular, plano	Seco, quebradiço
F5	Deuteriomycota	P1MÇ P2MÇ	Opaco	13x36mm	Branco	Circular, elevado	Liso, algodoado gelatinoso

F6	Deuteriomycota	P1MÇ	Brilhante, filamentosos	TP	Branco	Ondulado, pulvinado	Algodoado
F7	Myxomycota	P3MÇ	Hifas longas, Opaca	72,6 mm TP	Marrom	Ondulado	Algodoado
F8	Myxomycota	P3MÇ 2X	Com hifas longas - Filamentoso	20x40 mm TP	Branco com esporângios pretos	Irregular	Algodoado
F9	Oomycota	P2MÇ 2X	Opaco	13X9 mm	Bege escuro, com bordas claras	Circular, levemente elevada no centro, borda rasa	Seco
F10	Zygomycota	P2MÇ P3MÇ	Opaco, camada de filamentos	10x10 mm	Branco com bordas escuras	Redondo	Algodoado

Legenda: MÇ= Método da Maçã.

Fonte: Os autores (2016).

Os quadros 4 e 5, anteriormente representados, apresentam os diferentes morfotipos de fungos encontrados e a sua frequência em cada ponto do Rio Itapocu. Com os resultados obtidos, pode-se perceber as diversas formas, tamanhos e cores das colônias de uma mesma espécie em diferentes estágios do ciclo de vida ou de espécies diferentes pertencentes ao mesmo filo (morfotipos).

O único filo que esteve presente em apenas um dos métodos utilizados foi o *Basidiomycota*. Este filo é muito conhecido por ser decompositor de madeira e seus derivados (MADIGAN et al., 2015), considerando que quando foram retiradas, as iscas estavam em contato com galhos e folhas, pode-se concluir que houve contaminação da maçã por via do ocorrido.

É importante ressaltar que, pelo método da isca com maçã, não foi possível coletar as três amostras de todas as margens dos três pontos, pois houveram casos em que a maçã não foi encontrada e outros casos em que havia apenas o fio, que pode ter estourado com a correnteza ou ter sido cortado. Além desses, houveram

casos em que a maçã não estava totalmente imersa no momento da coleta, então foram descartadas no lixo orgânico, pois as amostras devem estar em total contato com a água para evitar contaminação. Nesse método, as amostras de maçãs foram triplicadas para o caso de perdermos alguma lata pelas maneira citadas, por isso só se analisou uma amostra de cada margem, pois nem todas as margens obtiveram o mesmo número de amostras.

Quadro 3: Diversidade de filios de fungos filamentosos encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina. Método da membrana filtrante.

Ponto	Filo				
	Ascomycota	Zygomycota	Myxomycota	Deuteromycota	Oomycota
1	X	X	X		X
2		X	X		X
3	X	X	X	X	X

Fonte: Os autores (2016).

Quadro 4: Diversidade de filios de fungos filamentosos encontrados em 3 pontos do rio Itapocu, Jaraguá do Sul, Santa Catarina. Método da isca de maçã.

Ponto	Filo					
	Ascomycota	Zygomycota	Deuteromycota	Oomycota	Myxomycota	Basidiomycota
1	X		X			X
2		X		X	X	X
3		X			X	

Fonte: Os autores (2016).

Os quadros 3 e 4, apresentam a diversidade de fungos nos três pontos, do rio Itapocu, estabelecidos para análise. Com isso pode-se perceber que no método da membrana o ponto 3 apresentou maior número de filios de fungos e no método da isca por maçã o ponto 2 apresentou maior diversidade.

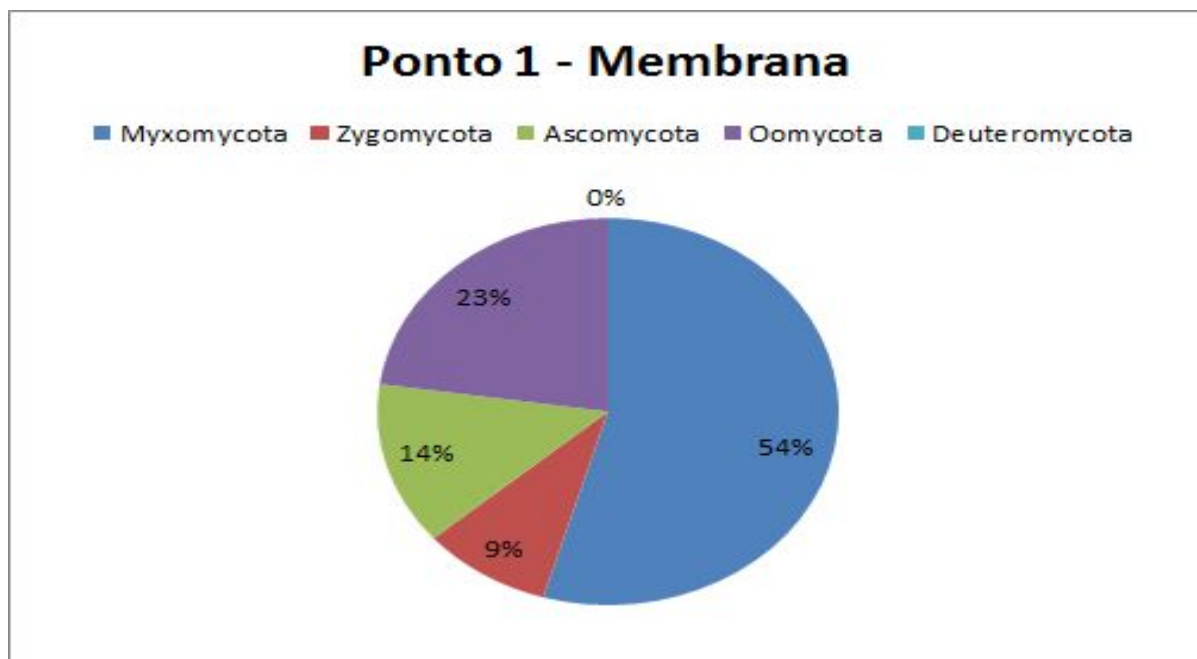


Figura 4: Frequência de filamentos no Ponto 1 pelo método da membrana filtrante, bairro Nereu Ramos.

Fonte: Os autores (2016).

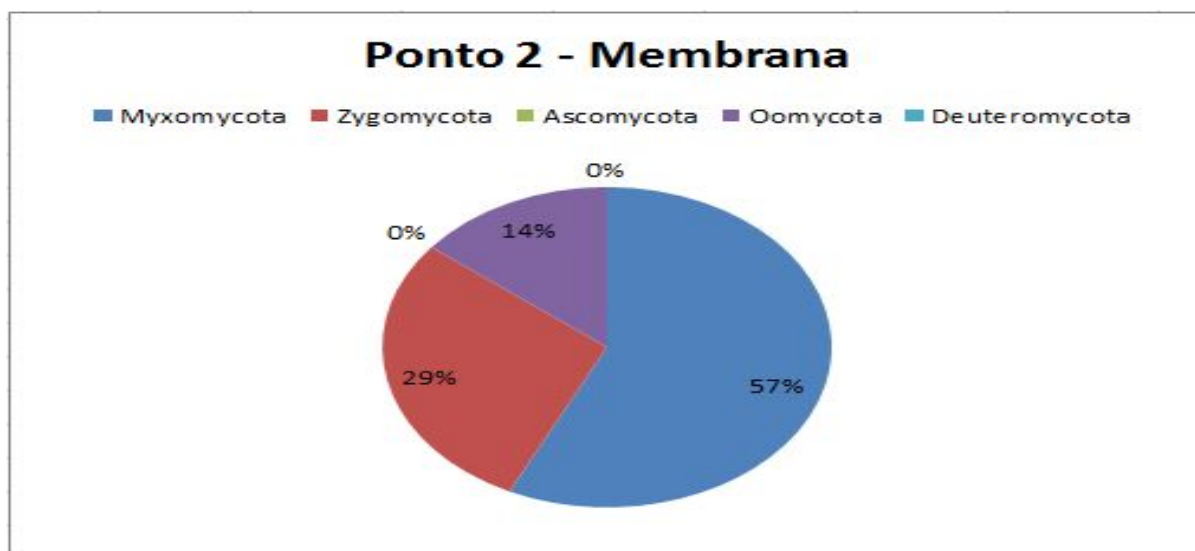


Figura 5: Frequência de filamentos no Ponto 2 pelo método da membrana filtrante, bairro Três Rios do Sul.

Fonte: Os autores (2016).

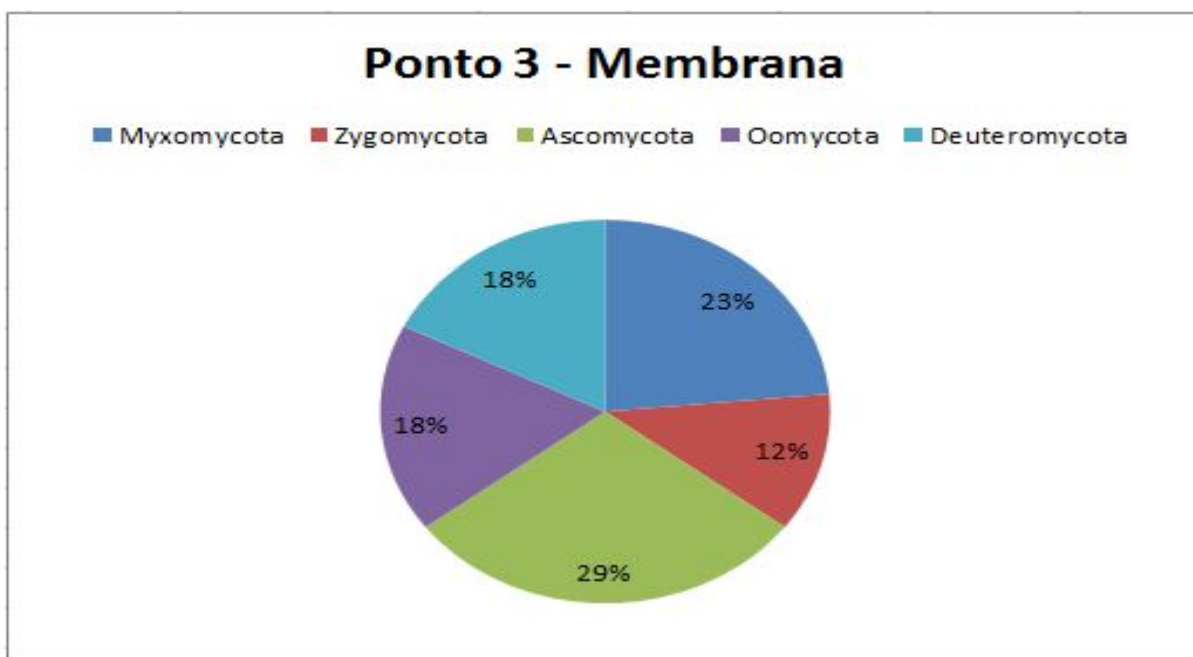


Figura 6: Frequência de filós no Ponto 3 pelo método da isca com maçã, bairro Baependi.

Fonte: Os autores (2016).

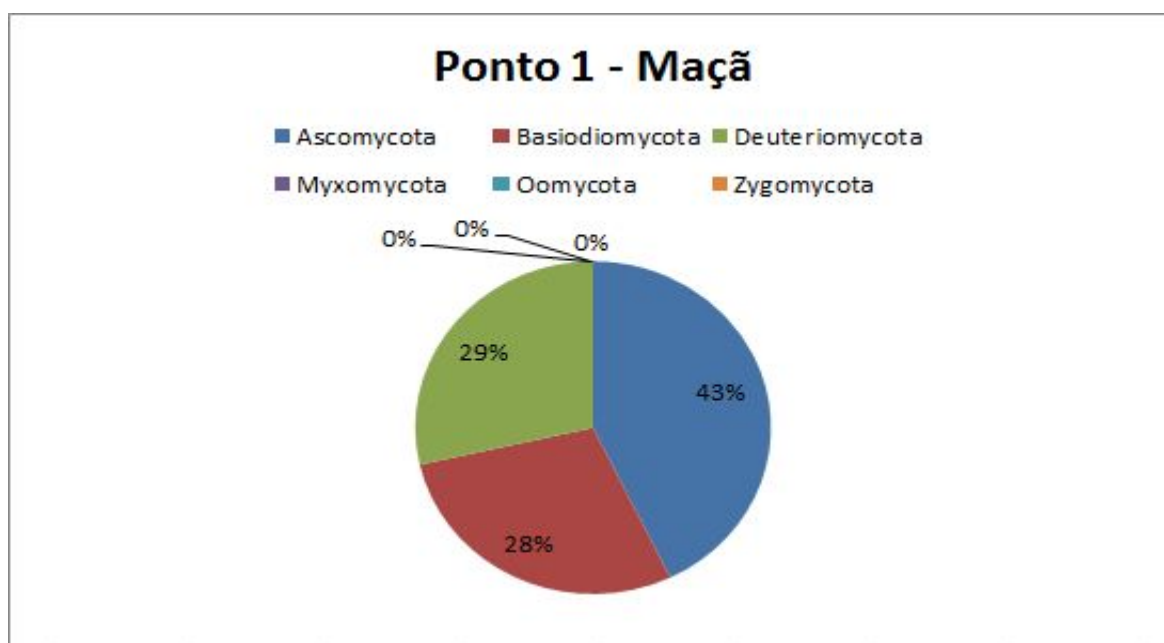


Figura 7: Frequência de filós no Ponto 1 pelo método da isca com maçã, bairro Nereu Ramos.

Fonte: Os autores (2016).

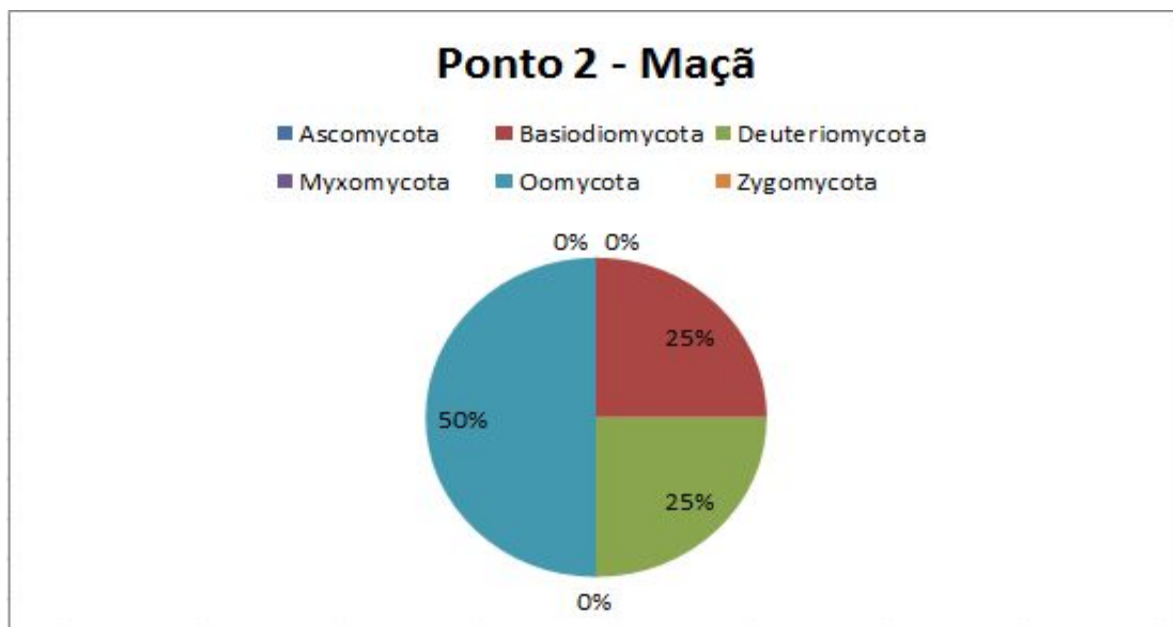


Figura 8: Frequência de filamentos no Ponto 2. Método da isca com maçã, bairro Três Rios do Sul.

Fonte: Os autores (2016).

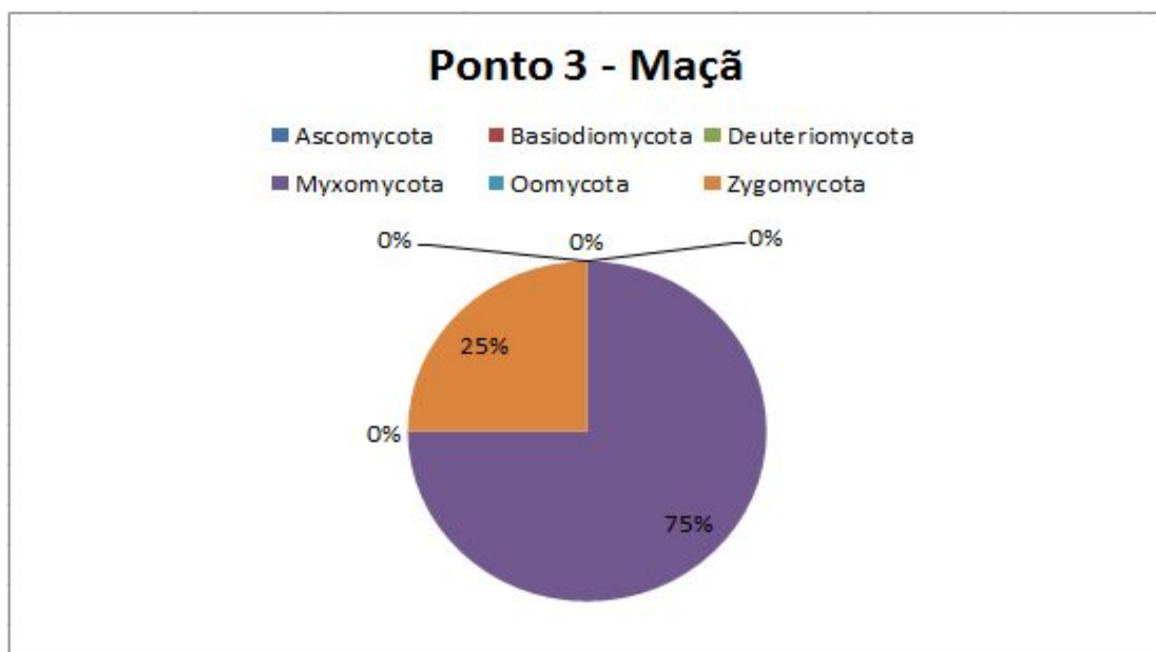


Figura 9: Frequência de filamentos no Ponto 3 pelo método da membrana filtrante, bairro Baependi.

Fonte: Os autores (2016).

Nos gráficos acima pode-se observar com mais clareza a frequência dos filamentos dos fungos, bem como a predominância de alguns filamentos em relação a outros. Pelo

método da membrana, nos Pontos 1 e 2 (Figura 4 e 5), o filo mais encontrado foi Myxomycota, já no terceiro ponto (Figura 6) houve uma maior diversidade de filios, dentre eles, alguns parasitas .

No método da isca com a maçã, obteve-se uma maior diversidade de fungos, porém cada ponto apresentou filios diferentes em relação aos outros pontos, exceto o ponto 2, onde foram encontrados alguns filios semelhantes aos do ponto 1, uma justificativa para esse fato pode ser a análise de apenas uma amostra de cada ponto. Por esse método, o filo mais encontrado no ponto 1 foi o Ascomycota (Figura 7), no ponto 2 (Figura 8) foi o filo Oomycota. Já no ponto 3 (Figura 9) o mais encontrado foi o Myxomycota.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados desta pesquisa, através das análises, pode-se considerar que o Rio Itapocu apresenta boa qualidade em relação aos parâmetros físico-químicos. A única alteração, no período de coleta, foi a análise da demanda bioquímica de oxigênio, as quais podem ser explicadas pelo despejo de substâncias sem o devido tratamento no rio, assim o contaminando, e o baixo volume de precipitação que aumenta a concentração de matéria orgânica, aumentando a proliferação de microrganismos e conseqüentemente a demanda de oxigênio. Além destes fatos, um terceiro também pode ser um possível agente de interferência no resultado, que é o fato das amostras terem sido mantidas em temperaturas superiores ao recomendado (devido a falta de instrumentação), dessarte, aumentando a proliferação de microrganismos e o consumo de oxigênio.

Referente as nossas hipóteses, nas análises microbiológicas não foram encontrados os filos Blastocladiomycota e Chytridiomycota, os quais o grupo acreditou que seriam os mais predominantes. Os filos mais frequentes nas análises foram Zygomycota, Myxomycota e Oomycota. Verificou-se também que o Ponto 3 teve a maior variedade e quantidade de fungos encontrados, ponto em que o rio tem a maior extensão perpassada pela cidade, que pode ser a causadora desse evento, confirmando nossa segunda hipótese. As análises realizadas com as iscas de maçãs tiveram uma maior variedade micológica em relação as membranas, confirmando nossa terceira hipótese, entretanto, o método da membrana apresentou maior crescimento (volume) de fungos.

Os autores deste relatório julgam ter, em média, 70% de confiabilidade (variando entre os filos), acerca dos resultados obtidos com a pesquisa, devido à ampla bibliografia vista. Contudo, para que houvesse maior precisão nos resultados demandaria um acompanhamento, mais longo e detalhado, do ciclo de vida de cada fungo. Conquanto, devido ao cronograma estabelecido para a execução da pesquisa este acompanhamento não foi possível.

Os resultados deste trabalho contribuem para mostrar a importância do estudo sobre fungos e alertar a sociedade quanto à necessidade de reduzir a contaminação, para ressaltar a importância de manter a qualidade do rio, o qual

abastece residências e auxilia na atividade agrícola da cidade. Juntamente com a expansão dos estudos na área micológica, tanto em rios como em outros ecossistemas, que ainda é muito escassa, e a criação de uma legislação, para monitorar e regulamentar a quantidade e a variedade de fungos presentes nas águas, uma vez que há fungos e micotoxinas danosos a plantas e animais, incluindo seres humanos, o que torna o monitoramento destes organismos de vital importância a todo o ecossistema.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA, DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE. SÃO PAULO (ACIESP). **Glossário de Ecologia. Publicação ACIESP nº57**, v. 1, p. 271, 1987.

ANGELIS, Derlene Attili de. **Fungos aquáticos**. Paulínia: Unicamp; Jaraguá do Sul: IFSC, 2015. Entrevista via Skype concedida a Júlia Elise Alvarenga Miotto, Marina Mueller e Luciana Pinheiro em 10 dez. 2015.

ANTIBACTERIANOS. S. I. S.d. Apresentação em PowerPoint. [69 slides] Disponível em: <www.icb.usp.br/~aizenst/Antibioticos.ppt> Acessado em: 07 jul. 2016.

CALAÇA, Francisco Junior Simões; ARAËJO, Jéssica Conceição. **Primeira ocorrência de Physarum notabile(Physaraceae, Physarales) para a Região Centro-Oeste, Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2175-78602015000300881&script=sci_arttext>. Acesso em: 24 maio 2016.

CARLILE, Michael J; WATKINSON, Sarah C; GOODAY, Graham W. **The Fungi**. San Diego: Academic Press, 2001.

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA. **Tronco Comum II: Microbiologia**. Mestrado Integrado em Medicina, 2º ano.

HOLLER; Karine R.; JAHN; Bruno. **Rio Itapocu**. Jaraguá do Sul, Comitê da Bacia do Rio Itapocu, 2015. Entrevista concedida a Ana Carolina Pinter da Silva, Eduardo Felipe Grande, Júlia Elise Alvarenga Miotto, Layna Eduarda Rhode, Marina Mueller e Luciana Pinheiro em 20 nov. 2015.

INSTITUTO RÃ – BUGIO. **Bacia Hidrográfica Rio Itapocu**. Disponível em: <<http://www.ra-bugio.org.br/materialdidatico.php?id=17>>. Acesso em: 14 nov. 2015.

LUZ, Wilmar Córnio da; INÁCIO, Carlos Antonio. **Micologia Avançada Volume IIA: Taxonomia de Ascomicetos**. Passo Fundo: Revisão Anual de Patologia de Plantas, 2009. 400 p.

MOREIRA, Carolina Gasch; SCHOENLEIN-CRUSIUS, Iracema Helena. **Fungos em ambientes aquáticos continentais**. Instituto de Botânica - IBT Programa de Pós - Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente Programa de capacitação de monitores e educadores. 2010. Disponível em: <<http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Fungos%20-aqu%C3%A1ticos.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

MORIYA, Takachi; MÓDENA, Jose Luiz Pimenta. Assepsia e antissepsia: técnicas de esterilização. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 41, n. 3, p. 265-273, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/272/273>>. Acesso em: 09 jul. 2016

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. Tradução de: Alice Freitas Versiani...[et al.].

NEVES, Luísa Aben-athar M.; LIUZZI, Marina Serra; FRAJBLAT, Vanessa. **Mixomicetos do NEDEA**. 2014. Disponível em: <http://www.bteduc.bio.br/orientacoes/2014_Mixomicetos_NEDEA.pdf>. Acesso em: 22 maio 2016.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988.

OTTONI L. YAMAGUSCHI N. OYAMA J. et al. **Ocorrência de Fungos em Água Para Consumo Humano**. Maringá, 2014.

PARRON, Lucilia Maria; MUNIZ, Daphne Heloísa de Freitas; PEREIRA, Claudia Mara. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química da água. **Colombo: EMBRAPA Florestas**, 2011.

PORTO, Monica F. A; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**. São Paulo, vol.22, n. 63, p. 43-60.

PUTZKE, J.; PUTZKE, M. T. L. **O reino dos fungos**. EDUNISC, Santa Cruz do Sul, 1998.

ROCHA, Odete. **Organismos de Água Doce**. Ministério do Meio Ambiente.S.I. S.d. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/Aval_Conhec_Cap5.pdf> Acesso em: 09 jul. 2016.

SILVA FILHO, Germano Nunes; OLIVEIRA, Vetúria Lopes de. **Microbiologia: Manual de aulas práticas**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.

SOUZA, Claudinei Fonseca; BACICURINSKI, Ilana; SILVA, Ênio Farias de França. Avaliação da qualidade da água do rio Paraíba do Sul no município de Taubaté-SP. **Revista Biociências**, UNITAU. Volume 16, número 1, 2010. Disponível em: <periodicos.unitau.br>. Acesso em: 04 Jul. 2016.

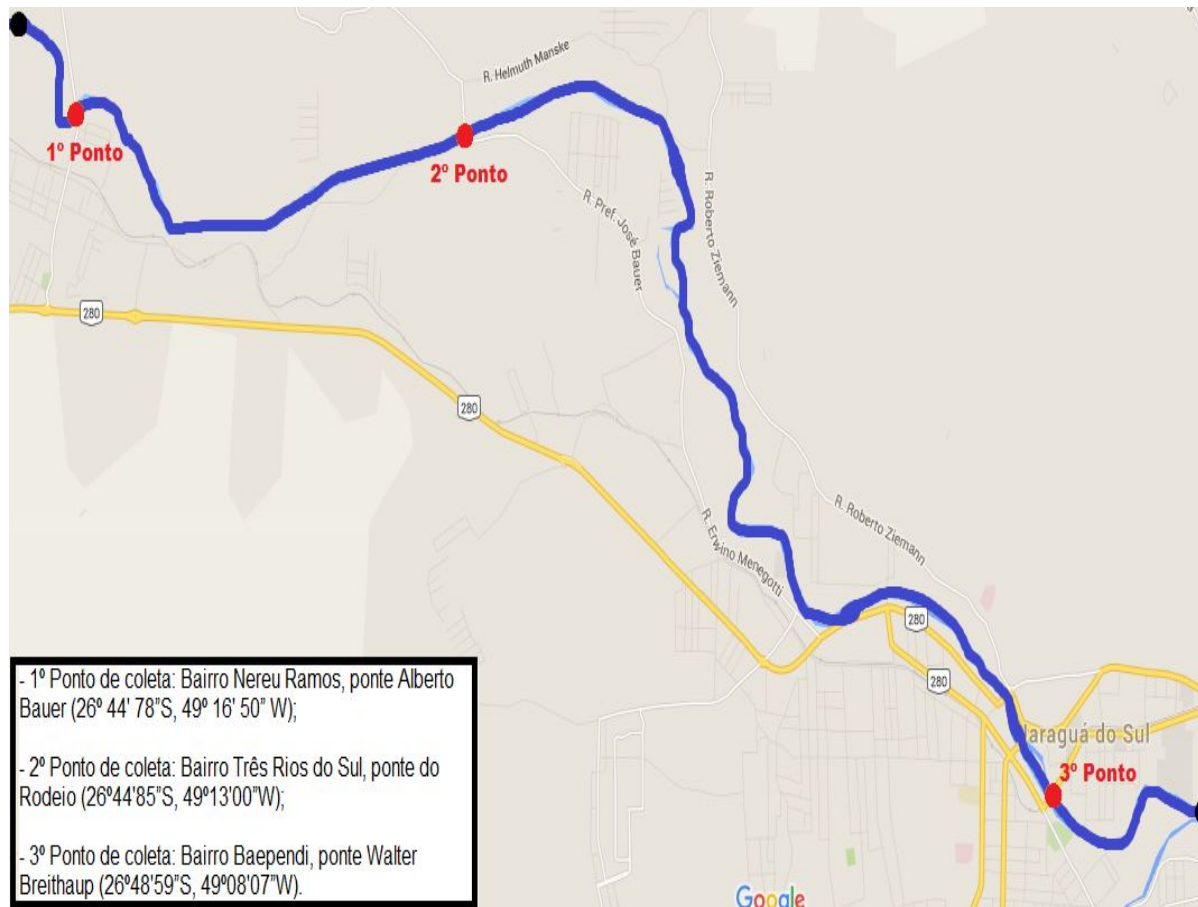
TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L.. **Microbiologia**. 10. ed. São Paulo: Artmed, 2012. 934 p. Tradução de: Ariostóbolo Mendes da Silva ...[et al.].

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Departamento de Química - ICE. **Prática 2**: determinação de oxigênio dissolvido (OD). [Protocolo de aula prática. Disciplina QU-5106 – Química Analítica Ambiental]. Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora, [20--]. 2 p.

VOGEL, Arthur Israel. **Análise química quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 462 p. ISBN 9788521613114.

APÊNDICES

Apêndice 1: Pontos do rio Itapocu em que foram coletadas as amostras

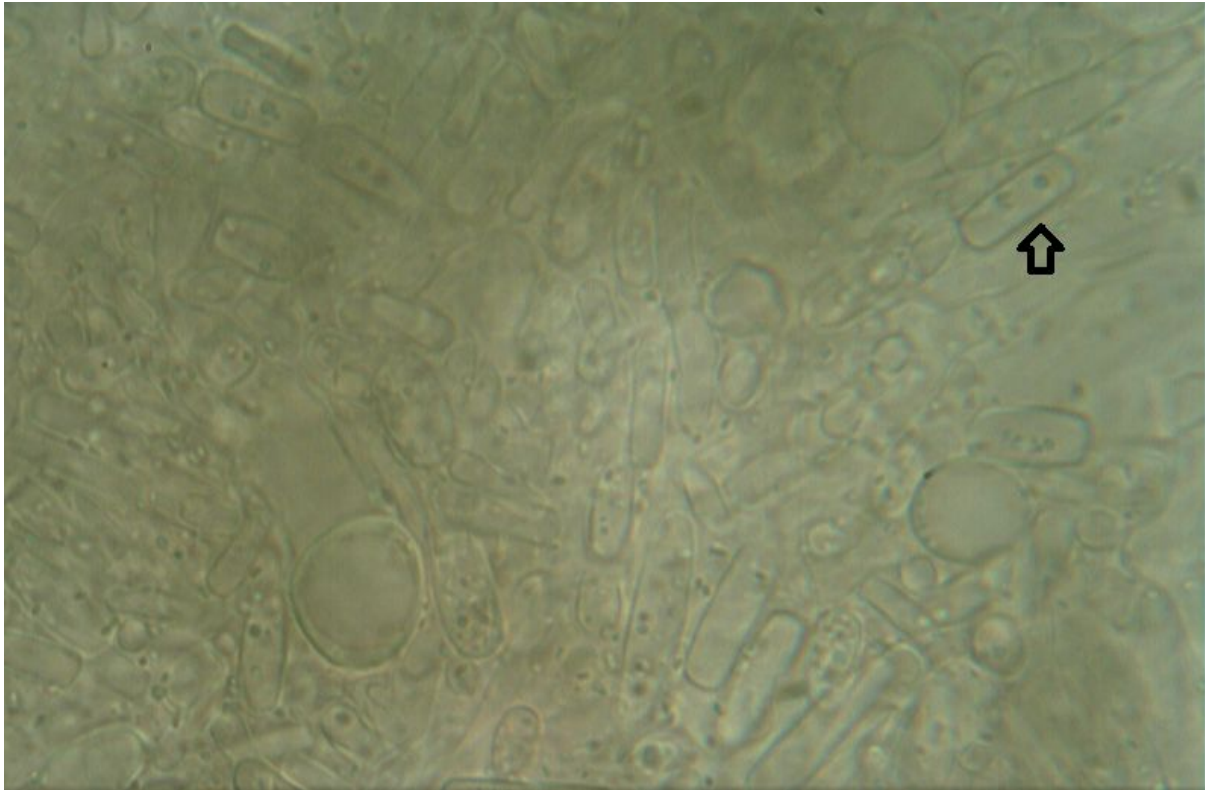


Fonte: Elaborado a partir do Google Maps. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/maps/@-26.4684179,-49.1171533,14z>> (modificado).

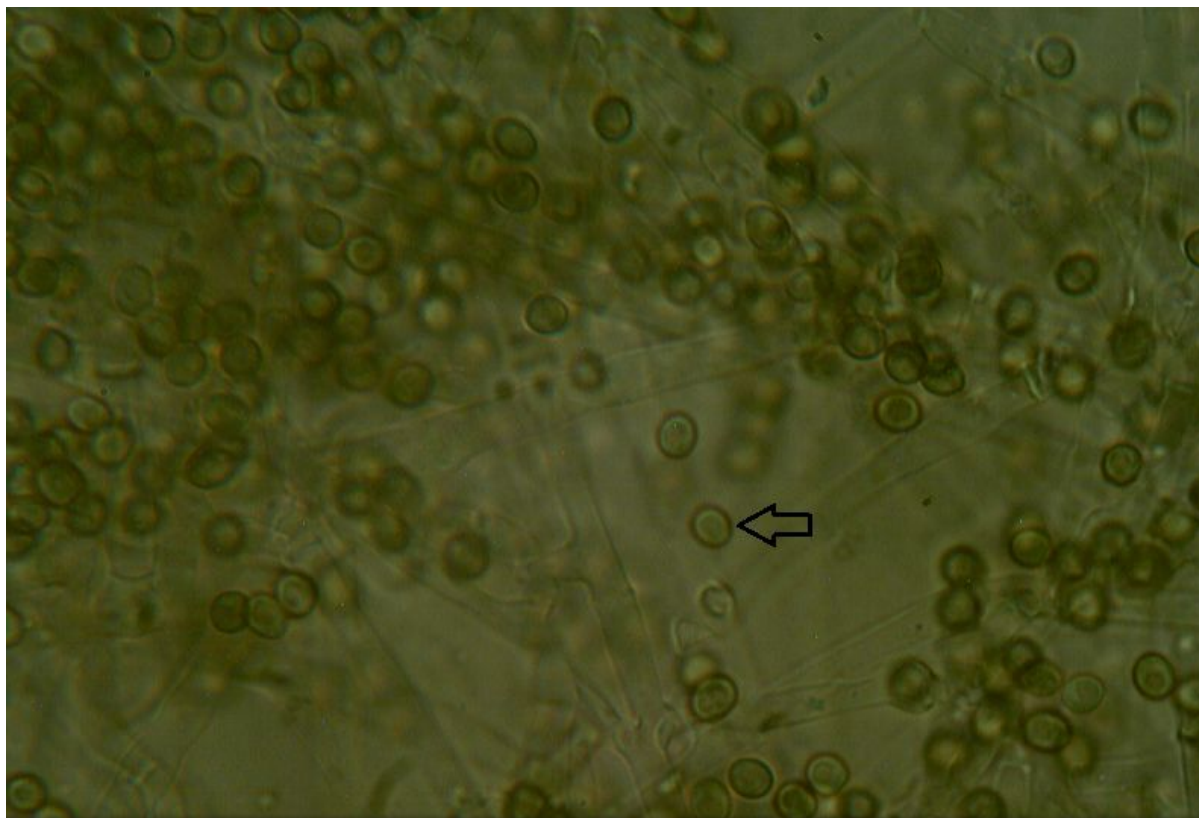
Acesso em: 20 fev. 2016.

Apêndice 2: Representante do filo Ascomycota, caracterizado pela formação de ascos, estrutura retangular destacada na imagem (fotomicrografia com ampliação de 1000x).



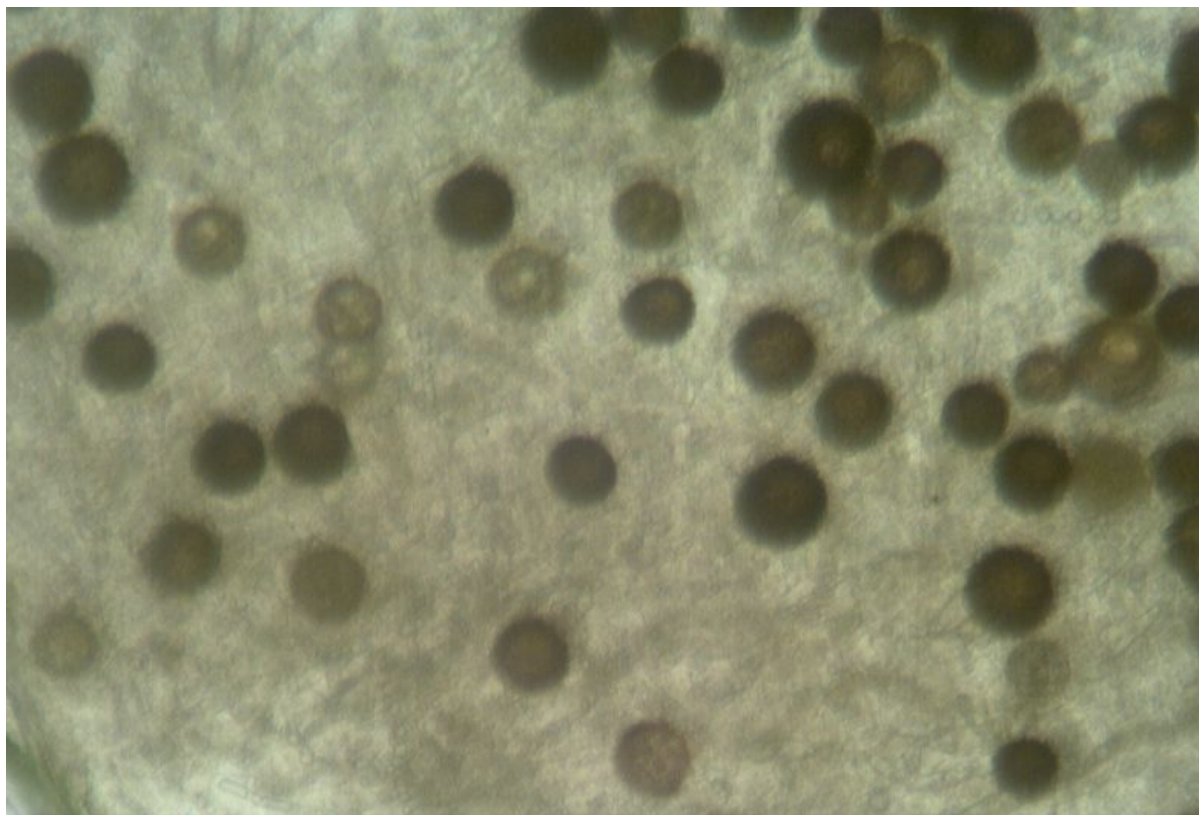
Fonte: Os autores (2016).

Apêndice 3: Representante do filo Oomycota, caracterizado por hifas cenocíticas e reprodução por bipartição, formando estas estruturas arredondadas (conídios) destacadas na imagem (ampliação de 1000x).



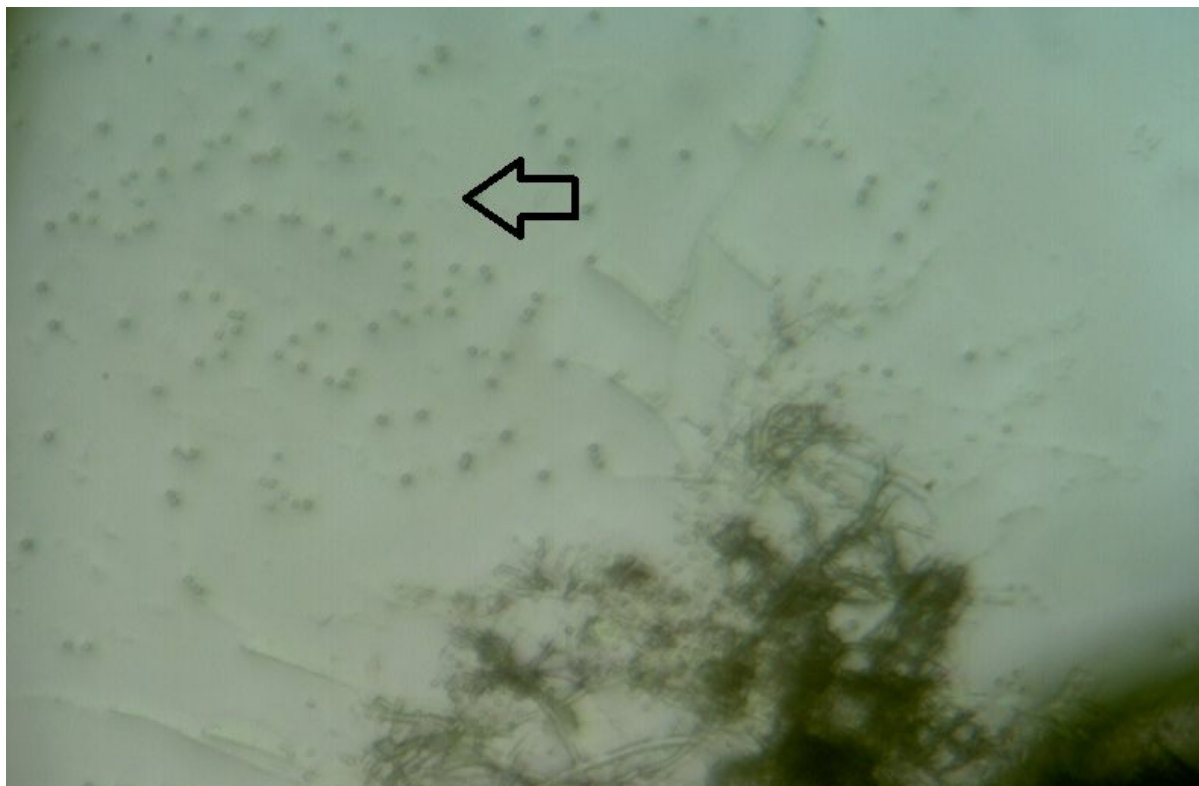
Fonte: Os autores (2016).

Apêndice 4: Representante do filo Zygomycota (ampliação 1000x)



Fonte: Os autores (2016).

Apêndice 5: Representante do filo Myxomycota, em destaque os seus esporos (ampliação 1000x)



Fonte: Os autores (2016).

GLOSSÁRIO

1. FASE SOMÁTICA

Ciclo de vida dos fungos, caracterizada por atividades alimentares (fase não reprodutiva).

2. FASE AMEBÓIDE

Formada por amebas, estruturas anamorfas que se movem por meio de pseudópodes.

3. SINCÍCIO

Célula multinuclear muito grande (TORTORA, 2009), células gigantes multinucleadas (HAMMER, 2015).

4. PLASMÓDIO

Massa protoplasmática multinucleada, como nos fungos plasmodiais.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

5. MIXOMYCOTA

Os mixomicetos são microrganismos com características semelhantes a dos fungos em relação aos estágios reprodutivos. Em função disso, eram considerados do Reino Fungi, entretanto, hoje, fazem parte do Reino Protista. O corpo do mixomiceto é um plasmódio, uma massa ameboide de protoplasma que possui muitos núcleos e parede celular não definida. O plasmódio se transforma em corpo de frutificação que libera esporos. Estes são haploides e normalmente disseminados pelo vento, as vezes por insetos ou chuva. Quando germinam, produzem dois tipos de gametas sexuais, a mixameba ou as células de enxame. Isso porque depende do ambiente no qual o esporo eclode, se for aquático, será uma célula flagelada e se for em ambiente seco, será ameboide. (NEVES; LIUZZI; FRAJBLAT, 2014)

O filo Myxomycota abriga organismos popularmente conhecidos como mixomicetos ou fungos mucilaginosos, pertencentes ao Reino Protozoa e caracterizados por uma fase ameboide, com mixamebas flageladas ou não; uma fase plasmodial, assimilativa, multinucleada de vida livre; e outra fase reprodutiva, o esporóforo (CALAÇA; ARAÚJO, 2014)

6. HIFAS

Célula vegetativa de um fungo, coletivamente referida como micélio.(LUZ; INÁCIO, 2009)

As hifas crescem por alongamento das extremidades. Cada parte de uma hifa é capaz de crescer, e quando um fragmento é quebrado, ele pode se alongar para formar uma nova hifa.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

7. PSEUDO-HIFA

Cadeia curta de células fúngicas que resulta da falta de separação das células-filhas após o brotamento.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

8. ESTIPE

Pé, pedículo, pedicelo, talo não ramificado ou parte que sustenta o píleo de um fungo.(LUZ; INÁCIO, 2009)

9. PILEADO

Provido de píleo (ou cabeça), capitado (LUZ; INÁCIO, 2009).

10. CONÍDIOS

Esporos assexuados de fungos. (MADIGAN et al., 2015)

11. ZOOSPORO

Esporo assexuado de algas; possui dois flagelos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

12. ZOOSPORO UNIFLAGELADO

Esporo assexuado de algas; possui um flagelo.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

13. ZOOSPORO BIFLAGELADO

Esporo assexuado de algas; possui dois flagelos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

14. SEPTOS

Parede ou tabique divisório de células de esporos ou hifas.(LUZ; INÁCIO, 2009)

15. HIFA ASCÓGENA

Hifa, geralmente nascida do arquicarpo, que dá origem aos ascos.(LUZ; INÁCIO, 2009)

16. ARQUICARPO

Órgão feminino e células suportes em *Ascomycota*.(LUZ; INÁCIO, 2009)

17. HIFAS SEPTADA

Hifa formada por unidades nucleadas semelhantes a células.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

18. HIFAS CENOCÍTICA

Filamento fúngico que não se divide em unidades uninucleadas celulares, pois não contém septos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

19. ESPORO

Estrutura reprodutiva formada por fungos e actinomicetos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

20. BASÍDIO

Pedúnculo que produz basidiósporos; encontrado em basidiomicetos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

21. ASCO

Os ascos são estruturas de origem sexual semelhante a um saco, onde em seu interior formam-se os ascósporos, esporos sexuais. É onde ocorre a meiose nos membros de *Ascomycota*. Os ascos têm formas variadas, geralmente são cilíndricos, clavados, esféricos ou ovais. Os ascos podem ser sésseis, pedicelados ou subpedicelados. Quanto à disposição dos ascósporos, os ascos podem ser: unisseriados (arrumados em fileira única), bisseriados (arranjados dois a dois) ou polísticos (desordenados).(LUZ; INÁCIO, 2009)

22. ASCÓSPORO

Esporo fúngico sexuado produzido em um asco formado por um ascomiceto.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

23. ARTROCONÍDIO

Esporo fúngico assexuado formado pela fragmentação de hifas septadas.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

24. MICÉLIO

Nome coletivo dos filamentos ou conjuntos de hifas de fungos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

25. FUNGOS SAPRÓFITOS

Subsistem pela degradação da matéria morta ou em degradação.(FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA)

26. FUNGOS SIMBIÓTICOS

Vivem em grupos e obtêm vantagens dessa associação.(FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA)

27. FUNGOS COMENSAIS

Desenvolvem-se numa relação estreita em que um dos participantes da associação beneficia desta e o outro não é prejudicado nem beneficiado.(FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA)

28. FUNGOS PARASITAS

Estabelecem-se no interior de um hospedeiro e dele obtêm benefícios sem causar qualquer vantagem para o hospedeiro, sendo que no caso de serem microrganismos patogênicos podem ser prejudiciais para o hospedeiro.(FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA)

29. FUNGOS FILAMENTOSOS

O talo (corpo) de um fungo filamentoso consiste em hifas, que podem crescer até imensas proporções. Na maioria dos fungos filamentosos, as hifas contêm paredes cruzadas denominadas septos (hifas septadas), que dividem as hifas em distintas unidades celulares uninucleadas. Em algumas poucas classes de fungos, as hifas não contêm septos (hifas cenocíticas) e se apresentam como células longas e contínuas com muitos núcleos.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

Estes por sua vez são pouco patogênicos no entanto constituem uma elevada causa de alergias.(FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA)

30. LEVEDURAS

As leveduras são fungos unicelulares, não filamentosos, tipicamente esféricos ou ovais. Da mesma forma que os fungos filamentosos, as leveduras são amplamente distribuídas na natureza: com frequência são encontradas como um pó branco cobrindo frutas e folhas.

Algumas leveduras produzem brotos que não se separam uns dos outros; esses brotos formam uma pequena cadeia de células denominada pseudo-hifa. (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012). Contrariamente aos fungos filamentosos possuem uma maior patogenicidade em prol de uma menor potencialidade para causar alergias.(FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE LISBOA)

31. FUNGOS DIMÓRFICOS

Alguns fungos, mais notadamente as espécies patogênicas, exibem dimorfismo – duas formas de crescimento. Tais fungos podem crescer tanto na forma de fungos filamentosos quanto na forma de levedura. A forma de fungo filamentoso produz hifas aéreas e vegetativas; a forma de levedura se reproduz por brotamento. O dimorfismo nos fungos patogênicos é dependente de temperatura: a 37°C, o fungo apresenta forma de levedura; a 25°C, de fungo filamentoso.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

32. FUNGOS GELATINOSOS

Os fungos gelatinosos possuem características fúngicas e ameboides, contudo, estão mais próximos filogeneticamente das amebas e foram colocados no filo *Amoebozoa*. Existem dois táxons de fungos gelatinosos: celular e plasmodial.(TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

33. FUNGOS GELATINOSOS CELULARES

São células eucarióticas típicas que se assemelham a amebas. No ciclo de vida dos fungos gelatinosos celulares, as células ameboides vivem e crescem ingerindo fungos e bactérias por fagocitose. Algumas células ameboides formam um pedúnculo; outras aglomeram-se na extremidade do pedúnculo para formar a cobertura do esporo, e a maioria se diferencia em esporos. Quando os esporos são liberados sob condições favoráveis, eles germinam para formar amebas individuais. (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

34. FUNGOS PLASMODIAIS

Um fungo gelatinoso plasmodial existe como uma massa de protoplasma multinuclear. O plasmódio inteiro move-se como uma ameba gigante; ele engolfa detritos orgânicos e bactérias.

O plasmódio continua a crescer enquanto houver alimento e umidade suficiente para que possa prosperar. Quando alimento e umidade estão em quantidades pequenas, o plasmódio se separa em vários grupos de protoplasmas; cada um desses grupos forma um esporângio com pedúnculo, onde os esporos haploides se desenvolvem. (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)

35. ESTRAMENÓPILOS

Os estramenópilos incluem tanto microrganismos quanto microrganismos quimiorganotróficos ou fototróficos. Os membros desse grupo apresentam flagelos com várias extensões curtas semelhantes a pelos, sendo a denominação do grupo decorrente dessa propriedade morfológica (do latim, stramen, significando “palha”, e pilus, significando “pelo”). As diatomáceas, os oomicetos, as algas douradas e as algas marrons constituem os mais importantes grupos dos estramenópilos. (MADIGAN et al., 2015)

36. BASIDIÓSPORO

Esporo fúngico sexuado produzido em um basídio, característico de basidiomicetos. (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012)