

INSTITUTO FEDERAL 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
JÚLIA ELISE ALVARENGA MIOTTO
LAYNA EDUARDA RHODE
MARINA MUELLER

JARAGUÁ DO SUL
2015/2016

ANA CAROLINA PINTER DA SILVA
EDUARDO FELIPE GRANDE
JULIA 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 Spliter

JARAGUÁ DO SUL
2015/2016

SUMÁRIO

1 TEMA	4
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	4
3 PROBLEMA	4
4 HIPÓTESES	4
5 OBJETIVOS	4
5.1 OBJETIVO GERAL	4
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
6 JUSTIFICATIVA	5
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
7.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU	7
7.1.1 Principais problemas do rio Itapocu	8
7.1.2 Ocupação e características socioeconômicas da bacia do rio Itapocu	9
7.1.3 Bioindicadores da bacia hidrográfica do rio Itapocu	10
7.4 MICRORGANISMOS PRESENTES EM ÁGUA DOCE	10
7.5 FUNGOS AQUÁTICOS	12
7.5.1 Sistemática e taxonomia de fungos	14
7.5.2 Importância dos fungos aquáticos	17
8 METODOLOGIA	18
8.1 COLETAS	18
8.1.1 Amostras para a análise microbiológica	19
8.1.2 Amostras para a análise físico-química	20
8.2 ANÁLISES	20
8.2.1 Análises Microbiológicas	20
8.2.2 Análises físico-químicas	21
9 CRONOGRAMA	22
REFERÊNCIAS	23
APÊNDICES	25

1 TEMA

Fungos filamentosos do Rio Itapocu, em Jaraguá do Sul, Santa Catarina.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Identificação morfológica de fungos, possivelmente até a unidade taxonômica filo ou classe, encontrados em três pontos do rio Itapocu (bairros Nereu Ramos, Três Rios do Sul e Baependi), localizados no município de Jaraguá do Sul, em Santa Catarina.

3 PROBLEMA

Quais grupos de fungos podem ser identificados pela morfologia macrométrica e micrométrica, no Rio Itapocu, em Jaraguá do Sul?

4 HIPÓTESES

- Predominam no Rio Itapocu os filamentosos *Blastocladiomycota* e *Chytridiomycota*;
- O ponto 3 (ponte Walter Breithaupt, bairro Baependi) apresentará maior diversidade de fungos em comparação ao ponto 1 (ponte Alberto Bauer, bairro Nereu Ramos);
- A metodologia de coleta por isca apresentará maior biodiversidade do que o método da membrana filtrante.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Identificar fungos filamentosos, possivelmente presentes em três pontos de coleta no Rio Itapocu, no município de Jaraguá do Sul.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar amostras a partir de água e de iscas no Rio Itapocu;
- Identificar os fungos presentes nas amostras de água e nas iscas a partir do cultivo em laboratório;
- Realizar análises físico-químicas da água para fazer possíveis correlações com a presença ou a ausência de fungos.

6 JUSTIFICATIVA

De acordo com a Lei 9.433 de 1997, a água é um recurso natural limitado, um bem de domínio público e sua gestão deve proporcionar o uso múltiplo. Ainda, a bacia hidrográfica é a unidade territorial de gerenciamento dos recursos hídricos, conforme os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 1997).

A água é essencial para os seres vivos, além de ser a substância mais abundante de sua constituição: a maioria dos seres vivos, incluindo os mamíferos, têm mais de 70% do seu peso em água. Também é na água que ocorre a maioria das reações bioquímicas dos organismos, já pelo fato de a água ser um importante solvente. Sabe-se que no meio aquoso desenvolveu-se a primeira forma de vida na Terra e a evolução da Biodiversidade é moldada pelas propriedades desse meio aquoso. A morfologia e a fisiologia das biomoléculas e das células estão adaptadas às suas propriedades físico-químicas; por exemplo, o pH da água e seus produtos de ionização, H⁺ e OH⁻, influenciam a estrutura, a organização e as características de todos os componentes celulares (NELSON; COX, 2014, p. 47).

A água também apresenta importância ecológica significativa, pois há muitos organismos que são muito sensíveis a variações de sua qualidade, como algas e plânctons, base da cadeia trófica.

Consumimos água constantemente, direta ou indiretamente: além de consumi-la por meio de alimentos, utilizamos em produtos diversos, como de beleza e limpeza, e também para cozinhar, lavar, cultivar plantas, dessedentação de

animais, dentre outros usos. Esses usos, feitos com água contaminada ou poluída, podem trazer prejuízos aos seus consumidores, por meio de doenças parasitárias e infecciosas. Por esses motivos, a qualidade da água para o ecossistema é também uma preocupação social e de saúde pública.

O Rio Itapocu é a principal fonte de abastecimento de água do município de Jaraguá do Sul, sendo muito importante não só no abastecimento da população (que, no caso de má qualidade de sua água, estaria exposta a muitas doenças, como cólera e leptospirose), mas também para a economia do município, por meio do uso da água pelas indústrias metalúrgicas e têxteis, podendo impactar negativamente a sociedade.

Segundo Moraes e Jordão, em 2002, a cada 14 segundos, morria uma criança vítima de doenças hídricas no mundo. Estima-se que 80% de todas as moléstias e mais de um terço dos óbitos dos países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada. Causas importantes dessa deterioração da qualidade da água em países em desenvolvimento são os esgotos e excrementos humanos. Tais efluentes contêm misturas tóxicas, como pesticidas, metais pesados, produtos industriais e uma variedade de outras substâncias. As consequências dessas emissões podem ser sérias. Atualmente, com o aumento da população, o risco também cresce, podendo causar um impacto ainda maior na sociedade.

Os fungos, particularmente, receberam esse tipo de atenção somente nas últimas décadas, pois as infecções fúngicas estão se tornando muito comuns. Vem 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).

Apesar de ainda serem pouco conhecidos, os fungos tem recebido cada vez mais atenção dos pesquisadores devido sua grande importância na biosfera. Derlene Attili de Angelis (pesquisadora do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas, da Unicamp, e curadora da Coleção Brasileira de Micro-organismos de Ambiente e Indústria, na mesma instituição), em uma

webconferência com a equipe, enfatizou que a ciência ainda carece de recursos humanos em taxonomia de fungos (ANGELIS, 2015, comunicação verbal).

Em consonância, o rio Itapocu é pouco estudado e quanto a sua microbiologia, não há registro de trabalhos na área, conforme informaram os técnicos do Comitê do rio Itapocu, em entrevista durante visita técnica da equipe (HOLLER; JAHN, 2015, comunicação verbal).

Essas lacunas, somadas à importância das águas para a saúde do meio ambiente e da sociedade, justificam o estudo de fungos no rio Itapocu.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 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. Dito de outra forma, 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).

No território definido como bacia hidrográfica, entretanto, desenvolvem-se atividades humanas. Áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte, portanto, de determinada bacia hidrográfica. Assim, pode-se concluir que as formas de ocupação do território e da utilização das águas serão verificadas no seu exutório (PORTO; PORTO, 2008).

Nesse sentido, o instituto Rã-Bugio (2008) descreve que uma bacia hidrográfica, na condição de um ecossistema produtor de água, encontrada em seu estado natural, não gera preocupações, porém quando humanos modificam esse ecossistema construindo casas, prédios, ou promovendo desmatamentos e poluições, dentre outros impactos antropológicos, acabam interferindo no seu processo natural causando preocupações relevantes.

A bacia do rio Itapocu 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 e desaguando no Oceano Atlântico na localidade de Morro Grande, a 8 km de Barra Velha. 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, 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 (1996, p. 45).

7.1.1 Principais problemas do rio Itapocu

Segundo o Instituto Rã-Bugio, 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 (INSTITUTO RÃ-BUGIO, 2008):

- **Mineração de Areia e Cascalho:**

A mineração de areia e cascalho vem acarretando uma série de problemas à bacia do rio Itapocu, como a modificação do seu leito natural, elevação dos níveis de turbidez e, como consequência da pouca oxigenação da água, a morte de várias formas de vida aquática presentes no Itapocu.

Essa atividade é mais acentuada nos municípios de Corupá, Jaraguá do Sul e Guaramirim.

- **Utilização indiscriminada de agrotóxicos e fertilizantes:**

Os agrotóxicos e fertilizantes impregnam no subsolo e intoxicam o lençol freático. Quando impregnam no lençol freático, esses agrotóxicos e fertilizantes acabam sendo carregados pelas enxurradas até os rios da bacia do Itapocu; além de alterar a qualidade da água, também extermina anfíbios, peixes e outras espécies aquáticas que são predadores naturais de insetos como pernilongos e borrachudos. Na ausência de seus predadores naturais, esses insetos acabam se proliferando de forma incontrolável.

- **Despejo de Efluentes Domésticos e Industriais sem Tratamento:**

A falta de um sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto doméstico e o despejo de efluentes industriais propiciam o surgimento de matéria orgânica. Esta matéria é decomposta por microrganismos, que nesse processo de decomposição consomem grande quantidade de oxigênio. Portanto, quanto mais matéria orgânica, maior será o consumo de oxigênio nas águas do rio Itapocu.

Além de ser prejudicial à vida de anfíbios, peixes e plantas, o esgoto doméstico não tratado traz uma série de elementos patogênicos prejudiciais à saúde humana.

Antes de serem despejados no rio, os efluentes industriais devem passar por tratamentos que devem ser feitos pela indústria seguindo as normas da CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), estes tratamentos são:

- Tratamento preliminar: nesta etapa ocorre a remoção de sólidos em suspensão e parte da matéria orgânica de esgoto, caso estes não forem removidos nesta etapa poderão ser removidos no tratamento seguinte;
- Tratamento físico-químico primário: empregado para a remoção complementar do que não foi removido no tratamento preliminar e de material graxo;
- Tratamento secundário: esta etapa é empregada para a remoção de material com natureza biodegradável por ação biológica;
- Tratamento terciário: segundo Stein (2014) tem “como objetivo a remoção complementar da matéria orgânica e de compostos não biodegradáveis, nutrientes, poluentes tóxicos, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão remanescentes, e de patogenias por desinfecção dos esgotos tratados”.

O despejo de efluentes industriais não tratados pode contaminar o rio com determinados compostos como, por exemplo, amônia. Este tipo de contaminação é perigosa à algumas formas de vida aquática presentes no rio. No caso da contaminação por amônia, de acordo com Alves (2006) “em pequenos vertebrados, como peixes, ocasiona efeitos deletérios, que podem levá-los ao óbito”.

7.1.2 Ocupação e características socioeconômicas da bacia do rio Itapocu

De acordo com o Comitê da Bacia do Rio Itapocu (s.d.), o rio Itapocu foi muito importante para o povoamento da região, pois as cidades foram colonizadas ao longo das margens do rio. Os colonizadores chegaram à bacia pelo litoral de Barra Velha, a partir de 1541, quando uma expedição espanhola guiada por índios da região passou pela região hoje conhecidas como municípios de Jaraguá do Sul e de Corupá. Mas a ocupação real se deu a partir da segunda metade do século XIX, com imigrantes europeus que povoaram os rios da bacia. Esse processo iniciou-se com o Itapocu e em seguida os demais rios.

Segundo o Comitê da Bacia do Rio Itapocu (s.d.), atualmente o território da bacia abastece com água uma população de aproximadamente 500 mil habitantes, sendo uma região com forte pressão sobre os recursos hídricos por conta do grande aumento populacional e do desenvolvimento econômico (industrial e agrícola). O rio Itapocu, que antes servia como meio de transporte, fonte de alimento (pesca) e berço natural das principais cidades, agora é utilizado para o abastecimento doméstico da população urbana e rural, para consumo industrial e agroindustrial, para dessedentação animal e irrigação, principalmente das culturas de arroz que estão presentes na região. Inicialmente a economia era baseada na agricultura, somente a partir do século XX a região passou a se destacar pela atividade industrial. A atividade industrial de Jaraguá do Sul passou a ser considerável a partir de 1920. Entre 1920 e 1930 foram fundadas várias indústrias como a Reunidas, a João Marcatto e a Kohlbach (atual FAMAC).

Mesmo com o avanço industrial, há municípios que se destacam pela agricultura, como Corupá, o maior produtor de bananas do estado; Araquari, a capital catarinense do maracujá; Massaranduba, com a produção de arroz irrigado; e São João do Itaperiú, Schroeder e Guaramirim, também com o cultivo de arroz irrigado e banana (COMITÊ DA BACIA DO RIO ITAPOCU, s.d.).

Segundo Agência Nacional de Águas (ANA, s.d.), nesta bacia, a disputa pelo uso da água gira em torno da captação para abastecimento doméstico, que compete cada vez mais com a irrigação, principalmente da cultura de arroz, e com o suprimento industrial.

7.1.3 Bioindicadores da bacia hidrográfica do rio Itapocu

Como dito anteriormente, de acordo com o instituto Rã-Bugio (2008), a pureza da água da bacia do rio Itapocu é essencial tanto para o consumo da população como para a sobrevivência de organismos, em que se destacam os anfíbios, que são adaptados para viver em condições que propiciam um alto grau de pureza e oxigenação da água. O desaparecimento de seres vivos de seu habitat natural provoca desequilíbrio com consequência direta sobre o ser humano como, por exemplo, a proliferação de insetos, como borrachudos (Simuliidae) e maruins (Ceratopogonidae). Algumas espécies de anfíbios são extremamente sensíveis a qualquer problema relacionado com a qualidade da água. Essas espécies de anfíbios podem ser consideradas bioindicadores; elas são capazes de detectar substâncias nocivas com concentrações extremamente baixas mais rapidamente que muitos testes feitos nos laboratórios mais sofisticados.

Dentre as espécies mais sensíveis, cabe destacar as rãs-de-cachoeira (gênero *Cycloramphus*), exclusivas da Serra do Mar. Algumas dessas espécies, encontradas há quase um século, já desapareceram dos rios e riachos da bacia do rio Itapocu. (INSTITUTO RÃ-BUGIO, 2008).

7.4 MICRORGANISMOS PRESENTES EM ÁGUA DOCE

A presença de microrganismos na água doce, conforme Pádua (2010), pode ser tanto positiva quanto negativa. O impacto mais conhecido é na saúde humana, na qual os microrganismos patogênicos podem causar doenças, como micoses ou bacterioses. Outro impacto é na produção de alimentos, na qual a água usada pode causar uma deterioração do produto final mais rápida, por ser uma fonte de nutrição para o organismo. Um aspecto positivo da presença de microrganismos na água é que eles fornecem energia para outros níveis tróficos, o que recria elementos em ciclos biogeoquímicos. Um exemplo é o ciclo do nitrogênio, no qual os microrganismos participam por meio de conversão do nitrogênio molecular em amônia, por procariontes.

Por via da existência de corrente nos rios e ribeiros, segundo o Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB UFMG, s.d.), a composição microbiana nos rios é muito afetada. Grande parte dos microrganismos encontra-se aderida às superfícies expostas. Somente nos rios grandes, nos quais possuem uma coluna de água profunda e corrente lenta, existem microrganismos em suspensão.

De acordo com o Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (s.d.), as fontes de nutrientes podem ser produzidas internamente (autóctone) e/ou externamente (alóctone), o processo de autóctone são os microrganismos fotossintéticos aquáticos que sintetizam matéria orgânica utilizando como fonte de carbono matéria inorgânica e luz, como fonte de energia e o processo de alóctone são nutrientes minerais e matéria orgânica provenientes das encostas dos rios e zona ripícola ou de atividades humanas. Os rios possuem uma enorme capacidade de processar a matéria orgânica e, a quantidade de matéria orgânica que entra no sistema não abranda a sua capacidade de oxidá-la a ponto de causar deterioração dos cursos da água. Sob condições de extrema poluição, os rios podem tornar-se anaeróbios.

Ainda segundo o Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (s.d.), as diferenças na penetração de luz e concentração de oxigênio nas águas doces geram profundas transformações nas características físicas, químicas e biológicas, que podem ser resumidamente descritas em três tipos de zonas:

- Zona Epilímnica: é uma camada superior, mais quente e menos densa, com maior circulação de nutrientes. Sua atividade fotossintética é elevada com altas concentrações de oxigênio dissolvido e baixas concentrações de nutrientes. Alguns exemplos de microrganismos presentes são algas, *Pseudomonas*, *Caulobacter* e *Hyphomicrobium*. Esta zona pode ser dividida em zona litorânea (próximas às margens e com vegetação presente, maiores níveis de nutrientes e diversos microrganismos) e zona limnética (aberta e longe da costa).
- Zona profunda ou hipolímnica: é a camada inferior, mais fria e mais densa, com maior estagnação e baixas concentrações de oxigênio dissolvido. A alta atividade respiratória eleva os níveis de dióxido de carbono, o que contribui para o abaixamento do pH. Segundo Fogaça (2016), isso ocorre quando a água entra

em contato com o dióxido de carbono formando ions H^+ ($H_2O + CO_2 = H^+ + HCO_3^-$) aumentando assim sua acidez. Exemplos de microrganismos presentes são bactérias sulfurosas, púrpuras e verdes.

- Zona bêntica ou hipolímnica: é a zona de sedimentação, o fundo de lagos. A concentração de matéria orgânica é alta e as taxas de decomposição também. Como não há oxigênio dissolvido, predominam seres anaeróbios. Exemplos de microrganismos presentes são *Desulfuvibrio*, *Clostridium*, bactérias metanogênicas. Nas estações mais frias, as águas superficiais resfriam-se e a sua densidade tende a aumentar. Com isso, pode haver o completo revolvimento do lago, misturando as águas do hipolímnio e epilímnio.

De acordo com o biólogo Helcias de Pádua (2010), nas fontes ou nascentes de solo rico em ferro, podem ser encontradas com frequência as bactérias dos gêneros *Gallionella*, *Leptothrix* e *Crenothrix*, e ,nas águas sulfurosas, predominam as bactérias do ciclo do enxofre, como por exemplo, a *Thiobacillus* sp., que não são pigmentadas e são conhecidas como púrpuras. Nas fontes termais, as espécies encontradas são termofílicas, como a *Sulfolobius acidocaldarius* e *Leptothrix thermalis*.

Segundo Helcias de Pádua (2010), as fontes chamadas de superficiais têm flora bacteriana muito diversificada comparando com as águas subterrâneas, e sua diversidade é muito depende do suprimento de nutrientes. Em rios, com baixa concentração de nutrientes, os bacilos gram negativos não esporulados predominam e outras espécies de bactérias gemulantes ou apendiculadas como o *Hyphomicrobium*, *Caulobacter* e *Gallionella*.

Os fungos raramente são encontrados em águas subterrâneas e em fontes, devido à baixa concentração de nutrientes. [...] entre os fungos, os mais importantes são os do gênero *Saprolegnia*, *Pythium*, *Achlya*, *Olpidium*, etc. (PÁDUA, 2010).

Para Helcias de Pádua (2010), as águas de lagos, tanques, entre outros os gêneros que apresentam mais frequência são *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Cytophaga*, *Bacillus*, as bactérias do grupo quimioautotróficas, que sintetizam a matéria orgânica a partir do dióxido de carbono e sais minerais, como as *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Thiobacillus*, as bactérias fotoautotróficas,

Cianobactérias, *Mycrocystis*, *Anabaena* e *Aphanizomenos*, as fotossintéticas verdes e azuis e os fungos ficomicetos *Chytridiales* e *Saprolegniales*.

7.5 FUNGOS AQUÁTICOS

Os fungos, conhecidos popularmente como mofos, bolores, cogumelos e leveduras, são microrganismos que possuem grande importância nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Também atuam na ciclagem dos nutrientes, agindo na decomposição da matéria orgânica juntamente com as bactérias, e ocupam todos os habitats (TORTORA, 2012).

Segundo Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), os fungos, pseudofungos 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 em dormência na forma de estruturas de resistência. São independentes da luz para o crescimento. Grande parte desses microrganismos é sapróbia, alimentam-se de matéria orgânica morta, mas pode se comportar como um parasita, atacando plantas, animais, algas, e até mesmo os humanos. Fungos que apresentam comportamento parasita ocasional que decompõem matéria orgânica morta podem tornar-se parasitas, ou seja, agem de acordo com a oportunidade apresentada pelo ambiente. Muitas espécies de fungos podem também apresentar relação de mutualismo com animais, plantas e algas.

Para Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), alguns animais apresentam fungos em seu estômago, que são responsáveis pela degradação da celulose ingerida pelo herbívoro. A maioria das plantas apresenta associações micorrízicas, ocorrem entre as raízes e fungos encontrados no solo adjacente. As plantas podem desenvolver associações com fungos endofíticos, que utilizam suas folhas e pecíolos como habitat sem causar algum dano. Uma associação bem conhecida são os líquens, uma combinação gerada entre espécies de fungos e algas verdes ou cianobactérias.

Todos esses microrganismos antes denominados fungos e que não dividem relação evolutiva tão próxima, continuam a ser estudados pelos micologistas (pesquisadores que estudam os fungos), pois possuem relações próximas quando são avaliadas características biológicas como morfologia, fisiologia, formas de nutrição e ecologia. (ALEXOPOULOS, 1996 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUSIUS, 2010, p. 3).

Conforme Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), os fungos podem ser definidos como microrganismos eucariontes, aclorofilados, heterótrofos. Alimentam-se por absorção, possuem parede celular constituída por quitina e β - glucano, também apresentam um material de reserva energética na forma de glicogênio ou lipídeos, podem ser unicelulares ou multicelulares, microscópicos ou macroscópicos, com sua reprodução assexuada e/ou sexuada, resultando na formação de esporos.

Os pseudofungos ou organismos zoospóricos, segundo Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), são pertencentes aos Filos *Hyphochytriomycota*, *Labyrinthulomycota* e *Oomycota* (Reino Chromista), são microscópicos, eucariontes, aclorofilados, heterótrofos, alimentam-se por absorção, são unicelulares ou multicelulares com hifas cenocíticas, com parede celular constituída por celulose e algumas espécies com pequenas quantidades de quitina, também apresentam flagelos em suas estruturas de reprodução assexuadas (zoósporos) e sexuada (planogametas). Além dos pseudofungos, os fungos pertencentes aos Filos *Chytridiomycota*, *Blastocladiomycota*, *Neocallimastigomycota* e os microrganismos classificados no Filo *Plasmodiophoromycota* (Reino Protista), apresentam uma característica de produção de esporos flagelados, ou seja, móveis, por isso todos esses microrganismos eram denominados pelos micologistas como “fungos zoospóricos”.

[...] Hoje, devido à realocação dos pseudofungos no Reino Chromista e dos Plasmodiophoromycota no Reino Protista, são denominados ‘organismos zoospóricos’, já que muitos dos organismos antes denominados “fungos zoospóricos”, não estão classificados dentro do Reino Fungi. (MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUSIUS, 2010, p.5).

Para Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), o corpo dos fungos, com exceção das leveduras, é constituído por filamentos ramificados denominados hifas, que são septadas 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.

7.5.1 Sistemática e taxonomia de fungos

No final do século XX, os organismos agrupados no Reino Fungi foram separados em três reinos: Fungi, Stramenipila e Protista, seguindo sua classificação filogenética e considerando sua condição polifilética desses microrganismos. Atualmente, consideram-se três reinos: Fungi, Chromista (que inclui os organismos zoospóricos denominados pseudofungos) e Protista (KIRK, 2008 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010).

Entre os Fungos estão os ascomicetos, basidiomicetos, blastocladiomicetos, quitridiomicetos, glomeromicetos, zigomicetos, microsporídias (parasitas obrigatórios), neocalimastigomicetos (anaeróbios) e os fungos anamorfos (MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010).

O Filo **Ascomycota** (ascomicetos) é constituído por organismos desde microscópicos até macroscópicos, filamentosos ou leveduriformes. Podem se reproduzir sexuadamente ou assexuadamente. Sua reprodução sexuada é caracterizada pela formação de ascomas, nos quais são produzidos os ascos e no interior desses são produzidos os ascósporos, que são responsáveis pela dispersão. Os ascomas apresentam-se macroscópicos ou microscópicos, em formato apotécio, peritécio e cleistotécio, de acordo com o grupo dentro do Filo.

O Filo **Basidiomycota** (basidiomicetos) é constituído por fungos nomeados cogumelos, orelhas-de-pau, gasteróides, ferrugens, carvões e algumas leveduras. “Da mesma forma que os ascomicetos, podem se reproduzir sexuada e assexuadamente, com a formação de basidiomas na reprodução sexuada, nos quais são produzidos os basidiósporos.” (KIRK, 2008; MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.7).

O Filo **Chytridiomycota** (quitridiomicetos) é constituído por microrganismos que possuem talo monocêntrico, policêntrico ou micélio cenocítico, com parede quitinosa e septos apenas para delimitação das estruturas de reprodução. Os quitridiomicetos são de origem aquática, porém também podem ser encontrados nos

ambientes terrestres úmidos ou em solos secos na forma de estruturas de resistência. Podem ser sapróbios ou parasitas de algas, microanimais, outros fungos, anfíbios e plantas. Possuem reprodução sexuada e assexuada, se reproduzem assexuadamente pela produção de zoósporos, apresentando apenas um flagelo posterior, e sexuadamente pela fusão de gametas flagelados que resultam em um zigoto flagelado.

O Filo ***Blastocladiomycota*** (blastocladiomicetos) é formado por microrganismos semelhantes aos quitridiomictos, do qual é diferenciado pela presença de uma capa nuclear nos zoósporos. Podem ser sapróbios ou parasitas de plantas, animais invertebrados e fungos. Os blastocladiomicetos habitam ambientes aquáticos e terrestres, sendo a maioria obrigatoriamente aeróbia, porém algumas espécies podem se apresentar como anaeróbias facultativas.

O Filo ***Neocallimastigomycota*** “é constituído por fungos anaeróbios encontrados no sistema digestivo de herbívoros e, possivelmente, em ambientes aquáticos e terrestres sem oxigênio! (WEBSTER; WEBER, 2007; KIRK, 2008 apud MOREIR; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.8). O Filo ***Neocallimastigomycota*** (Neocalimastigomicetos) forma um micélio pequeno e compacto e pode apresentar zoósporos multiflagelados.

O Filo ***Zygomycota***, até a 9ª edição do ‘The Dictionary of the Fungi’, formava um grupo único de fungos, apesar de ser polifilético. No mesmo ano de publicação deste dicionário, propuseram a separação do Filo ***Zygomycota*** em dois, elevando a Ordem Glomales para Filo ***Glomeromycota***, porém mantendo o restante dos zigomicetos em ***Zygomycota***. Posteriormente, dividiram o Filo ***Zygomycota*** em quatro Subfilos: ***Mucoromycotina***, ***Entomophthoromycotina***, ***Kickxellomycotina*** e ***Zoopagomycotina***, divisão consolidada na 10ª edição do ‘The Dictionary of the Fungi’ (HIBBET, 2007; KIRK, 2001; KIRK, 2008; SCHUSSLER, 2001 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p. 9).

O filo ***Zygomycota*** (zigomicetos) é constituído por microrganismos na maioria sapróbios e algumas vezes parasitas. Possuem micélio ramificado e cenocítico quando jovens e quando desenvolvidos podem apresentar septos que possuem microporos. Sua parede celular é constituída por quitina e quitosano ou, no caso dos microrganismos pertencentes ao tricomictos, por galactosamina e polímeros de

galactose. Podem apresentar reprodução assexuada e sexuada, porém a mais comum é a assexuada.

O Filo **Glomeromycota** (glomeromicetos) formam um grupo monofilético, aparentemente não relacionado aos microrganismos pertencentes aos **Zygomycota**, mas dividindo um ancestral em comum em relação aos **Ascomycota** e **Basidiomycota**. “São denominados fungos micorrízicos arbusculares, microrganismos simbiontes obrigatórios em raízes de plantas” (MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.9). A simbiose da planta ocorre através de uma troca, em que ela cede ao fungo carboidratos e uma seiva elaborada e o fungo aumenta a superfície de exploração e de absorção das raízes através do micélio, auxiliando na obtenção de fósforo e outros nutrientes para as plantas.

Uma importância ecológica dos fungos se revela nas micorrizas:

[...] Mais de 80% das plantas vasculares possuem associações micorrízicas arbusculares, que são imprescindíveis para a nutrição das mesmas. Por isso, a diversidade desses fungos reflete diretamente sobre a diversidade e estado de saúde das plantas. (SCHUSSLER et al.; 2001 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.9).

O filo **Microsporidia** é constituído por microrganismos antes classificados como protistas. São parasitas obrigatórios de animais, entre eles peixes, crustáceos, insetos e protistas. Reproduzem-se por esporos sem flagelos e apresentam a parede celular constituída por quitina. Normalmente são utilizados como agentes de biocontrole e algumas espécies podem causar doenças em humanos. “A realocação deste grupo junto aos fungos verdadeiros ocorreu como resultados de estudos moleculares, que comprovaram a relação filogenética entre estes microrganismos e os fungos” (KIRK, 2008 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.9).

O filo **Anamorfos** ou **Conidiais** (antes denominados **Deuteromycetes**) são fungos imperfeitos (mitospóricos), possuem uma característica fundamental, a reprodução assexuada, que pode ocorrer através da produção de conídios, que são estruturas semelhantes aos esporos, formados apenas por mitose ou por diferenciação das hifas somáticas. “Podem se apresentar na forma filamentosa ou leveduriforme, na qual ocorre reprodução por brotamento e formação de

pseudomicélio” (ALEXOPOULOS, 1996; KIRK, 2008 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.10.).

Algumas espécies podem apresentar mais de um tipo de estrutura assexuada. Em um mesmo micélio podem-se observar dois ou mais tipos de conídios, que são produzidos em estruturas diferentes, mas pertencentes ao mesmo fungo. Estes fungos podem apresentar produção de estruturas assexuadas em uma de suas fases do seu ciclo de vida e em outro momento também podem apresentar formação de estruturas sexuadas. Quando ocorre esse processo, o tipo de reprodução sexuada exibida pela espécie define em qual dos filos (Ascomycota ou Basidiomycota) ela será incluída. “Assim como os ascomicetos e basidiomicetos, os fungos anamorfos podem ser encontrados na maioria dos ecossistemas, como sapróbios, parasitas e mutualistas” (ALEXOPOULOS, 1996; GRANDI, 1998; KIRK, 2008 apud MOREIRA;SCHOENLEIN-CRUISIUS, 2010, p.10).

7.5.2 Importância dos fungos aquáticos

Conforme Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), os fungos e os organismos zoospóricos, juntamente com as bactérias e os detritívoros, são responsáveis pela fragmentação e degradação de substratos orgânicos submersos, transformando-os em seus componentes originais, dinamizando a cadeia de detritos e a ciclagem de nutrientes.

Segundo Moreira e Schoenlein-Crusius (2010), esses organismos são encontrados em ambientes preservados e/ou impactados. Possuem uma grande capacidade de degradação de resíduos compostos por carbono e nitrogênio (açúcares simples, celulose, hemicelulose, lignina, pectinas, proteínas), além de xilano, ácidos húmicos, entre outras substâncias. “São fundamentais na ciclagem de elementos essenciais, podendo acumular e/ou degradar materiais tóxicos, auxiliando a desintoxicação dos ambientes”. (BÄRLOCHER; KENDRICK, 1974; CHRISTENSEN, 1989 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUSIUS, 2010, p.14). A distribuição desses microrganismos nos ambientes aquáticos depende da habilidade decompositora e de sua capacidade de adaptações frente às características dos ambientes. Grande parte dos fungos e pseudofungos podem se desenvolver em

qualquer substrato e muitas vezes em qualquer ambiente, apesar de que algumas espécies sejam restritas a ambientes e substratos específicos, ou até mesmo apresentam capacidade de decompor apenas certas substâncias e por esse motivo estão presentes apenas em um período da decomposição de um determinado substrato.

Dentre os fungos responsáveis pela decomposição de substratos submersos em ambientes aquáticos continentais, estão os quitridiomycetos, os blastocladiomycetos, os fungos anamorfos, as leveduras aquáticas, espécies de ascomycetos, algumas espécies de basidiomycetos e algumas de zigomicetos. Entre os pseudofungos estão os hifomycetos e oomicetos. (DIX; WEBSTER,1995 apud MOREIRA; SCHOENLEIN-CRUSIU, 2010, p.14).

8 METODOLOGIA

Após estudarmos os diferentes métodos para a análise de água, adotamos a metodologia mais simplificada e exequível nos laboratórios do IFSC – Câmpus Jaraguá do Sul.

8.1 COLETAS

As amostras serão coletadas, com dois diferentes métodos, as destinadas as análises físico-químicas serão coletadas com uma garrafa de Van Dorn, e as destinadas às análises microbiológicas coletadas diretamente com frascos de vidro âmbar. Estas amostras serão coletadas em três diferentes pontos ao longo do rio Itapocu, em Jaraguá do Sul (figura 1), sendo que o primeiro ponto (apêndice 1) localiza-se no Bairro Nereu Ramos (26° 44' 78”S, 49° 16' 50” W), sob a ponte Alberto Bauer. O segundo (apêndice 2) se encontra no Bairro Três Rios do Sul, sob a Ponte do Rodeio (26°44'85”S, 49°13'00”W). O terceiro ponto de coleta (apêndice 3) está localizado no bairro Baependi, próximo ao Clube Atlético Baependi, sob a ponte Walter Breithaup (26°48'59”S, 49°08'07”W). Deste modo, a extensão de rio do primeiro ao último ponto é de 8,2km (STACHERA et al., 2014).

Cabe registrar que a determinação dos pontos de coleta foi baseada na pesquisa de Conectando Saberes desenvolvida por Stachera et al. (2014), assim como a elaboração da figura 1.

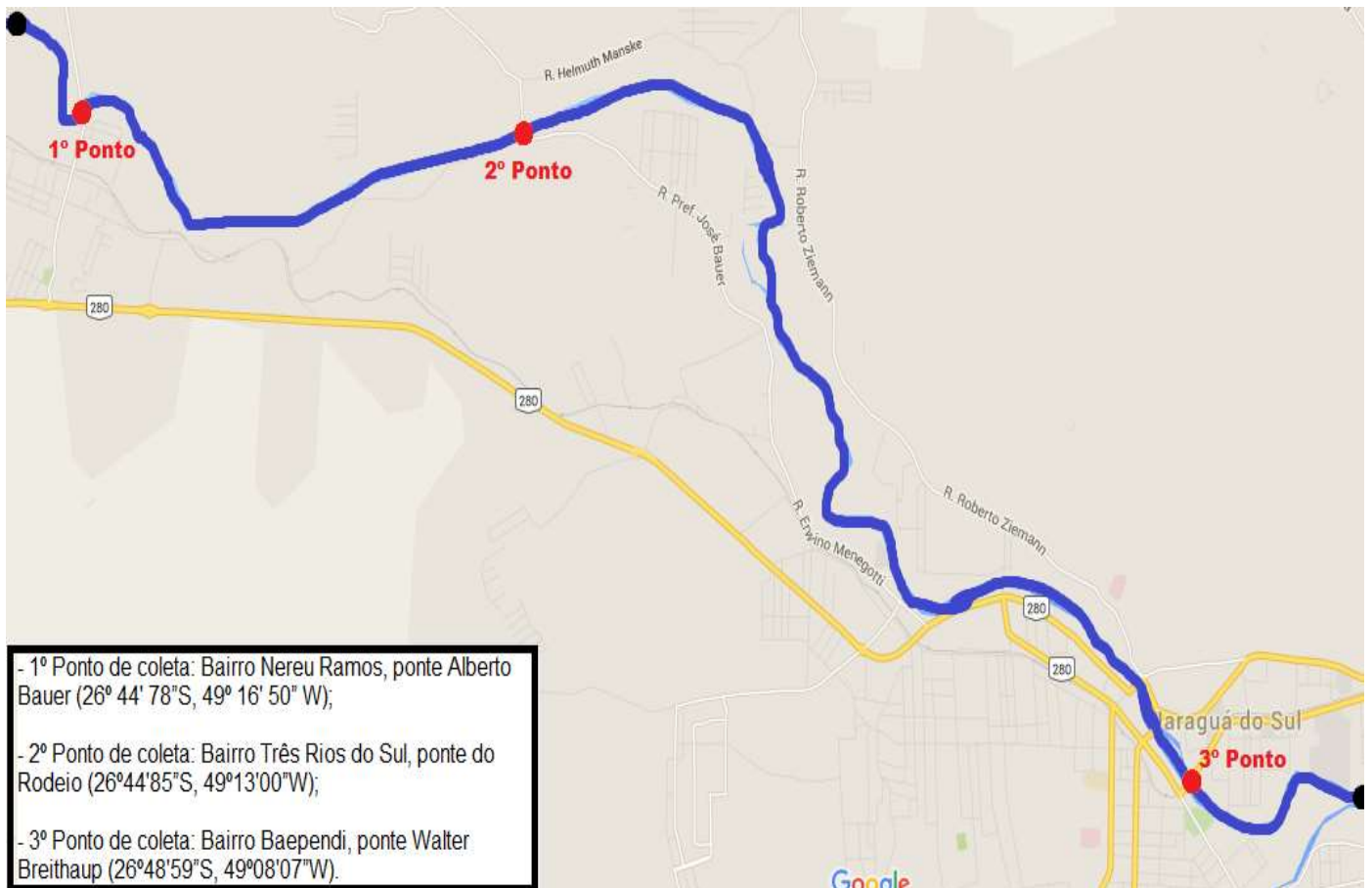


Figura 1: Mapa do rio Itapocu indicando os pontos de coleta para análise micológica. Fonte: Baseado em Stachera (2014) e elaborado a partir do Google Maps. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-26.4684179,-49.1171533,14z>> (modificado). Acesso em: 20 fev. 2016.

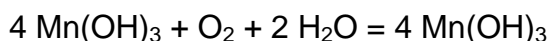
Em cada ponto do rio serão coletadas amostras em triplicata. As amostras para análise microbiológica serão coletadas somente nas margens, contudo as amostras para análises físico-química serão coletadas nas margens e também no meio do leito do rio. Parron, Muniz e Pereira (2011) recomendam que as amostras sejam coletadas entre 15 e 30 cm de profundidade.

8.1.1 Amostras para a análise microbiológica

As amostras para análise microbiológicas serão coletadas com frascos de vidro com tampa, previamente esterilizados em autoclave e envolvidos com papel alumínio, acondicionados em caixa para transporte, para evitar contaminação (BRASIL, 2006). Também serão armadas “iscas” com maçãs submersas em trechos mais lênticos do rio, que serão deixadas no local por um período de 14 dias, para que obtenhamos maior concentração de fungos, facilitando o cultivo em laboratório (ANGELIS, 2015). Feita a coleta, armazenaremos as amostras em uma caixa isotérmica com gelo, com os mesmos cuidados de esterilização dos recipientes, para evitar variações que venham a alterar os resultados (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

8.1.2 Amostras para a análise físico-química

As amostras para análise físico-química serão coletadas com garrafa de Van Dorn, pois esta nos permite coletar amostras nas margens e no meio do leito do rio, a qualquer profundidade. As amostras para a análise de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) serão imediatamente transferidas para frascos próprios para o procedimento e envolvidas em papel alumínio para evitar a exposição à luz. De acordo com um protocolo de aula prática da Universidade Federal de Rondônia, as amostras em que será analisado o OD (oxigênio dissolvido) receberão no momento da coleta adição de hidróxido de manganês (II), para a “fixação do oxigênio”, o hidróxido de manganês (II) irá se converter em hidróxido de manganês (III), como esta reação está descrita na equação abaixo:



A amostra para turbidimetria será, também, envolvida em papel alumínio para evitar a exposição à luz. As amostras serão transportadas em caixa isotérmica com gelo, para evitar a proliferação de microrganismos (BRASIL, 2006).

8.2 ANÁLISES

8.2.1 Análises Microbiológicas

Para os ensaios microbiológicos será utilizado o método da Membrana Filtrante. Para este, faz-se necessário que 100mL de cada amostra coletada sejam filtrados com a Membrana Filtrante de porosidade de 45 μ m.

Feito isso, a membrana será colocada numa placa de Petri, com meio de cultivo Sabouraud com 2% (p.p) de dextrose, enriquecido com cloranfenicol numa concentração de 0,3g.L⁻¹, para evitar o crescimento de bactérias. Após o plaqueamento, as amostras serão incubadas de maneira não invertida, para favorecer o crescimento das colônias fúngicas, em estufa bacteriológica a aproximadamente 25°C. As amostras serão analisadas do segundo ao décimo dia de incubação, submetendo as amostras que apresentarem crescimento a uma quantificação (em um contador de colônias, caso tenhamos acesso a este equipamento) e posteriormente à análise microscópica e macroscópica visando a identificação taxonômica de cada colônia até a menor unidade taxonômica possível (provavelmente até filo ou classe).

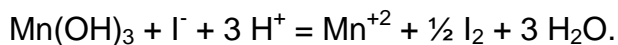
Segundo Angelis (2015), a metodologia de iscas consiste em deixar pedaços de maçã dentro do rio, a maçã ficará dentro de latas que serão fixadas nas margens do rio. A maçã servirá como fonte de nutrientes para os fungos se desenvolverem, com isso a concentração de fungos ficará maior neste ponto, facilitando o cultivo no laboratório.

Os resíduos destes experimentos serão autoclavados a 121°C e 1atm de pressão, para que os microrganismos cultivados não causem eventuais impactos ambientais.

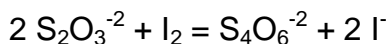
8.2.2 Análises físico-químicas

As análises de potencial hidrogeniônico (pH) serão feitas com fita indicadora pH universal, no momento da coleta e também utilizaremos um pH-metro de

bancada (em laboratório), para maior precisão. Para a análise de turbidez será utilizado o turbidímetro de bancada. Para medição da temperatura do analito, utilizaremos um termômetro eletrônico no momento da coleta. Para a determinação da quantidade de OD será utilizado o método de Winkler (titulação iodométrica); este método consiste na oxidação de manganês pelo oxigênio dissolvido na água, o que formará hidróxido de manganês (III), como já foi descrito. Após isso, será adicionada uma solução alcalina de NaOH (hidróxido de sódio), KI (iodeto de potássio), e azida de sódio, que irá formar um precipitado marrom; em laboratório será adicionado ácido fosfórico, que irá dissolver o precipitado. Quando este precipitado dissolver-se liberará iodo, como mostra a equação:



Este iodo livre pode ser determinado com uma titulação de tiosulfato de sódio (S_2O_3). Deste modo:



Isto significa que 4 mols de tiosulfato de sódio é correspondente a 1 mol de oxigênio dissolvido. A azida de sódio tem como função a degradação de nitritos, que são a principal causa de interferência nesta análise (VOGEL, 2002). Para determinação da DBO incubaremos as amostras em frascos próprios para o procedimento, durante 5 dias a aproximadamente 20 °C, na ausência de luz. Por fim, será analisada a quantidade de OD (também com o método de Winkler) nestas amostras, e, subtraindo estes valores de OD no dia da coleta e no dia da análise, obteremos a quantidade de oxigênio que foi utilizada por microrganismos presentes na amostra.

Os resíduos químicos destes experimentos serão devidamente tratados de acordo com metodologias específicas, que serão revisadas durante o período de execução da pesquisa.

9 CRONOGRAMA

Atividades programadas	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	
Coleta das amostras de água e iscas		X	X		
Análise micológica da água		X	X		
Organização dos dados		X	X	X	
Elaboração do relatório final e slides		X	X	X	
Apresentação e entrega do banner					X

REFERÊNCIAS

ANA (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS). **Estado de Santa Catarina**. S.l. S.d. p. 322-358. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br/cd3/sc.doc> Acesso em: 17 dez. 2015.

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.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 2. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

COMITÊ DA BACIA DO RIO ITAPOCU. **Ocupação e desenvolvimento sócio econômico**. S.d. Disponível em: <<http://www.comiteitapocu.org.br/a-bacia-hidrografica/ocupacao-e-desenvolvimento-socio-economico.html>> Acesso em: 17 dez. 2015.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Alcalose e acidose"; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/alcalo-acidose.htm>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

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 DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS. Universidade Federal de Minas Gerais. **Microbiologia da Água**. S.d. Disponível em: <<http://icb.ufmg.info/mic/diaadia/wp-content/uploads/2012/05/Microbiologia-da-agua.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2015.

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

MAPA DO RIO ITAPOCU. 2016. 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.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, vol.36, n.3, 2002. p. 370-374.

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>
Acessado em: 15 nov. 2015.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OTTONI L. YAMAGUSCHI N. OYAMA J. et al. Ocorrência de Fungos em Água Para Consumo Humano. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18, 2014. p. 3426-3433.

PÁDUA, Helcias de. **Água e a Presença dos Microrganismos**. 2010. Disponível em: <<http://www.portalbonito.com.br/colunistas/helcias-de-padua/247/agua-a-presenca-dos-microrganismos>>. Acesso em: 7 dez. 2015.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, vol.22, n. 63, 2008. p. 43-60.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm Acessado em: 20 fev. 2016.

STACHERA, B.; TODT, G.; MIOTTO, J. et al. **Análise Físico-Química da Água do Rio Itapocu**. Instituto Federal de Santa Catarina. Jaraguá do Sul, 2014.

STEIN, Ronei Tiago. **"Caracterização e avaliação do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria alimentícia, visando o reuso."** (2014). Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/430/1/RoneiStein.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2016.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

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

WADA, R., et al. **"Tratamento de efluentes industriais"** (2008). Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/viewFile/156/112>>. Acesso em: 10 de abril de 2016.

APÊNDICES



Apêndice 1: Primeiro ponto de coleta, ponte Alberto Bauer, bairro Nereu Ramos, Jaraguá do Sul.

Fonte: Julia Elise Alvarenga Miotto.



Apêndice 2: Segundo ponto de coleta, Ponte do Rodeio, bairro Três Rios do Sul, Jaraguá do Sul.

Fonte: Julia Elise Alvarenga Miotto.



Apêndice 3: Terceiro ponto de coleta, ponte Walter Breithaup, bairro Baependi, Jaraguá do Sul, SC.
Fonte: Julia Elise Alvarenga Miotto.