

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Santa Catarina
Campus Jaraguá do Sul
Curso Técnico Integrado em Química

BIANCA ALEXANDRA STACHERA
GABRIELA TODT KOPEAKI
JOÃO VITOR ALVARENGA MIOTTO
LUCAS ALEXANDRE RUYSAM
MATHEUS GONÇALVES DE FREITAS
WESLEY GABRIEL BRICCIUS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO ITAPOCU

JARAGUÁ DO SUL

2014

BIANCA ALEXANDRA STACHERA
GABRIELA TODT KOPEAKI
JOÃO VITOR ALVARENGA MIOTTO
LUCAS ALEXANDRE RUYSAM
MATHEUS GONÇALVES DE FREITAS
WESLEY GABRIEL BRICCIUS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO ITAPOCU

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

Orientador: Bruno Gonçalves Lopes.
Coordenadora: Anne Cristine Bartz.

JARAGUÁ DO SUL

2014

RESUMO

O rio Itapocu possui uma grande importância para o município de Jaraguá do Sul já que abastece não só a população do município como também as diversas indústrias presentes nele. Se os processos de tratamento da água do rio não forem suficientes para amenizar a quantidade de efluentes poluentes e/ou contaminantes devido a processos industriais e efluentes domésticos em um nível aceitável, haverá danos ambientais para o ecossistema local e conseqüentemente danos à saúde da população que se abastece desta água. Sabendo desta importância, esta pesquisa apresenta os resultados das análises da qualidade da água do rio Itapocu. As coletas foram feitas nos dias 21, 29 de outubro e no dia 04 de novembro, utilizando cinco pontos, totalizando uma extensão de 8,6 Km do rio. O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método Winkler (modificado); para analisar a salinidade utilizamos um condutivímetro (mCA 150 P) e convertido pelo PSS-78; para analisar a temperatura, utilizamos um termômetro de mercúrio; e para analisar o potencial hidrogeniônico utilizamos um medidor de pH (mPA-210). Constatou-se que a concentração de oxigênio dissolvido encontrado na maioria e principalmente nos últimos pontos de coleta é inferior ao valor padrão estabelecido pelo CONAMA. A salinidade não ultrapassou os valores padrões estabelecidos pelo CONAMA, porém, a taxa aumentou ao longo da passagem pelo município. O potencial hidrogeniônico foi encontrado levemente ácido no segundo dia de coleta em todos os pontos de coleta e o primeiro ponto de coleta do primeiro dia também foi encontrado levemente ácido levando em referência os valores padrões das características físico-químicas dos rios de classe 2, segundo o órgão CONAMA.

Palavras chaves: Rio Itapocu; Poluição; Contaminação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 CONCEITOS SOBRE A ÁGUA.....	7
2.2 NORMAS CONAMA.....	10
2.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO	11
2.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO.....	11
2.5 SALINIDADE.....	13
2.6 TEMPERATURA.....	13
3. METODOLOGIA	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 TRATAMENTO DE RESÍDUOS.....	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
REFERÊNCIAS.....	21
ANEXOS	24
ANEXO 1:	24
ANEXO 2:	24
ANEXO 3:	25
ANEXO 4:	26
ANEXO 5:	29

1. INTRODUÇÃO

A bacia do rio Itapocu com uma área de 2930 Km² é a maior bacia da região da Baixada Norte Catarinense (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013). Abrange os municípios de Corupá, Jaraguá do Sul, Schroeder, Guaramirim, Massaranduba, Barra Velha, São João do Itaperiú, São Bento do Sul, Campo Alegre, Blumenau, Araquari e Joinville (FARIAS, 2006).

Seguindo a ideologia das civilizações antigas que procuravam moradias localizadas nas proximidades de rios, o município de Jaraguá do Sul com um total de 156.519 habitantes numa área de 529.536 Km² (IBGE, 2013), foi construído nas proximidades do rio Itapocu para que o rio servisse as necessidades do ser humano, como por exemplo, a utilização da água para irrigação e para o abastecimento (CAMPOS, M., 2010).

A água do rio Itapocu é importante no município de Jaraguá do Sul não somente por servir a comunidade local, mas por sua utilização em indústrias têxteis e metalúrgicas, entre outras. Se o processo de tratamento da água do rio Itapocu utilizada por estas indústrias for insuficiente para reduzir poluentes e contaminantes devido ao processo industrial em um nível estabelecido como aceitável, haverá danos ambientais para o ecossistema local e conseqüentemente danos a saúde da população que se abastece com a água do mesmo.

Lenzi (2012) afirma que os efluentes industriais e domésticos apresentam um grande número de agentes poluidores, que se não forem tratados corretamente, podem agravar seriamente as características do meio aquático, colocando em risco a saúde das espécies animais que se abastecem desta água.

O tema poluição tem sua importância destacada em vários artigos, porém, alguns não apresentam dados como a pesquisa do grupo Fundação SOS. Mata Atlântica (2014): Observando os rios: o retrato da qualidade da água em rios da região Sul e Sudeste do bioma Mata Atlântica; e em alguns casos os parâmetros utilizados como poluentes e contaminantes pelos artigos não são os mesmos, como a pesquisa feita por Gazzola, Reus, Larroza, Silveira Junior e Soares (2013), com o tema: Aspectos poluentes do rio Itapocu. Portanto não permitem comparações e uma análise aprofundada entre eles.

A questão que iniciou esta pesquisa envolve muito mais do que simplesmente a curiosidade dos autores desta pesquisa; envolve também toda a população

Jaraguense e também seus municípios vizinhos que estão ligados pelo rio Itapocu. A água deste rio é muito utilizada no município de Jaraguá do Sul, tanto domesticamente quanto industrialmente, por tanto, dúvidas começaram a surgir: será que poluímos e/ou contaminamos o rio? Se existe esta poluição e/ou contaminação, isto é crescente na passagem do rio pela cidade? Como podemos influenciar as características físico-químicas do rio?

Com estas dúvidas a serem esclarecidas, tem-se uma questão geral para a pesquisa: qual é a qualidade físico-química da água do rio Itapocu na área urbana do município de Jaraguá do Sul de acordo com os parâmetros avaliados?

Para responder esta questão, teve-se como objetivo geral analisar a água do rio Itapocu na área urbana de Jaraguá do Sul, utilizando os parâmetros: oxigênio dissolvido, salinidade, temperatura e potencial hidrogeniônico e comparar com os critérios descritos nas normas estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) resolução nº 357 de 17 de março de 2005.

Tendo como objetivos específicos selecionar a metodologia mais apropriada para análise das características físico-química da água a partir dos parâmetros selecionados; realizar as medidas de temperatura e potencial hidrogeniônico (pH) da água nos pontos de coleta; analisar os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), salinidade e oxigênio dissolvido laboratorialmente; organizar os resultados; discutir os dados obtidos; e relacionar os valores obtidos com as normas estabelecidas pelo CONAMA resolução nº 375 de 17 de março de 2005.

As seguintes hipóteses foram formuladas: 4.1 a água nos pontos 4 e 5 de coleta (anexo 3) apresenta valores de salinidade acima do valor padrão estabelecido pelo órgão CONAMA; 4.2 a água do rio vai apresentar baixa concentração de oxigênio dissolvido na passagem pela área urbana do município de Jaraguá do Sul usando como referência as normas estabelecidas pelo CONAMA; e 4.3 o pH da água do rio é levemente ácido na maioria dos pontos escolhidos, utilizando como referência as normas estabelecidas pelo CONAMA nº 357 de 2005.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITOS SOBRE A ÁGUA

Os rios ou cursos pluviais são as camadas líquidas que envolvem a superfície do planeta. Essas camadas líquidas se originam a partir do afloramento das águas subterrâneas, este, forma um olho d'água e após isso um filete, que é o fluxo da água por meio das irregularidades da terra. A chuva aumenta a quantidade de água desses filetes, fazendo com que a água escoe por um grande percurso até que este filete adquira a condição de riacho. A partir disso, ele se encorpa tornando-se um córrego e por fim um regato. O regato por sua vez, recebe contribuições de efluentes menores, fazendo com que seu fluxo de água aumente se tornando um ribeirão. No momento em que se torna um ribeirão e adquire certa largura se transforma em um rio (LENZI, 2012).

Segundo Michaelis (2008), afluentes são rios, riachos ou lagos que despejam suas águas em outros e efluentes são rios, riachos ou lagos que recebem águas utilizadas nas casas ou indústrias, por exemplo.

As civilizações anteriores procuravam moradias ao redor de rios pela facilidade de obtenção de água doce e via de transporte. Atualmente, o desenvolvimento da civilização ainda ocorre ao redor de rios, pelos mesmos fatores. Desde então, os rios tem sido afetados pelas atividades do ser humano, como a agricultura e o despejo de efluentes domésticos e industriais (CAMPOS, M., 2010).

Historicamente, os seres humanos saíam em busca de uma água límpida de sabor fresco e adocicado para uso pessoal e doméstico. Porém, quando uma água límpida causava algum mal a um grupo social, esse mal era associado a substâncias venenosas de plantas tóxicas ou animais peçonhentos (LENZI, E., 2012).

Com a descoberta do microscópio feita por Hooke (1635-1703), foi possível mostrar que os micro-organismos estão numa quantidade "infinita" dentro da água. Além disso, também é possível confirmar que muitos desses micro-organismos causam mal aos seres humanos, justificando o porquê de uma água límpida causar doenças em grandes grupos sociais. A partir do conhecimento de que a água é indispensável para a sobrevivência da humanidade, a população começou a se importar com a qualidade da água. Sendo assim, ocorreu o primeiro tratamento e

desinfecção da água para o uso do ser humano em 1896, na costa italiana do Adriático (LENZI, E., 2012).

As concentrações das espécies químicas nas águas dos rios são controladas, principalmente, pelo volume e natureza das chuvas, pela formação geológica da bacia hidrográfica, pela erosão e biota. Os principais componentes das águas dos rios material particulado em suspensão (orgânicos e inorgânicos), espécies majoritárias inorgânicas dissolvidas, matéria orgânica dissolvida, e metais traços presentes tanto no material particulado como na forma dissolvida (CAMPOS, 2010, p. 100).

Segundo Lenzi (2012), as fontes de poluição e contaminação de mananciais naturais, podem ser naturais (causadas por organismos presentes no ecossistema) ou antrópicas (poluição industrial, urbana, agropastoril e nuclear).

Os efluentes das indústrias têxteis, metalúrgicas, siderúrgicas, tinturarias, curtumes, químicos, farmacêuticos, alimentícios, abatedouros, frigoríficos, papel, celulose entre outros, sempre apresentam um número elevado de agentes poluidores, que necessitam de tratamento (LENZI, 2012).

Visando que a ação humana vem provocando sérias alterações negativas para o meio ambiente, e que estas alterações acabam afetando o próprio ser humano, o cuidado com o meio ambiente vem crescendo gradativamente e vem ocupando espaço nos editoriais, nas publicações jornalísticas, nos programas de televisão, nos estudos desenvolvidos pelo poder público e pela iniciativa privada, nas negociações internacionais ocorridas nas mais diversas áreas e nos debates relativos à cidadania (MARQUES, J., 2005).

Para Lenzi (2012), contaminante, contaminação e contaminar apresentam o mesmo sentido, ou seja, se sabido pelo menos o conceito de uma dessas palavras, logo pode-se imaginar o que as outras representam. Contaminar é introduzir substâncias (geralmente tóxicas) ou um organismo patogênico, num ambiente que naturalmente é isento deles (WEBSTER, 1994).

O órgão CONAMA define contaminação sendo:

Qualquer alteração nas características físicas, químicas e/ou biológicas das águas, que possa constituir prejuízo à saúde, à segurança e ao bem estar da população e, ainda, possa comprometer a fauna e a utilização das águas para fins recreativos, comerciais, industriais e de geração de energia (CONAMA, 2005, p. 1).

Manahan (1994) afirma que toda substância química presente em maior concentração no meio ambiente, resultante das atividades do homem, que causa efeitos negativos ao meio, são agentes poluidores.

Já Manahan (1994) e Lenzi (2012) afirmam que a poluição pode ser de origem natural (provocada pela natureza) ou antrópica (provocada pelo homem), onde uma substância ou um agente físico provoca de forma direta ou indireta qualquer alteração ou efeito adverso no ambiente. Qualquer substância artificial mesmo que primeiramente não seja um poluente, se adicionada a um meio acima da capacidade assimilativa, poderá se tornar um poluente.

As minerações trazem muitos tipos de contaminantes e poluidores para a água, como: arsênio, ácido sulfúrico, entre outros. Elas causam a destruição do meio ambiente através dos desmatamentos, da construção de barragens e do desencadeamento de processos erosivos. Outra grande poluidora é a agricultura, que traz como principal poluente os defensivos agrícolas que matam milhares de espécies importantes para os rios e afetam outras espécies (PEREIRA, 2004).

As indústrias podem trazer aos rios três tipos de efluentes: as águas sanitárias (poluição química), as águas de refrigeração (poluição térmica) e as águas de processos (poluição física/química) (PEREIRA, 2004).

Algumas características da água podem indicar se há poluição no meio aquático, como: cor, sabor e odor, potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), compostos nitrogenados, fosfatos, óleos e graxas, detergentes e biológicos como coliformes totais, fecais, entre outros (PEREIRA, 2004).

Segundo Lenzi (2012) eutrofização significa enriquecer de nutrientes, logo, um ambiente eutrofizado, é um ambiente rico em nutrientes. Esses nutrientes podem ser descartados principalmente por efluentes domésticos. Os efluentes domésticos, além de serem ricos em matéria orgânica, apresentam elementos que são essenciais ao crescimento de algumas plantas, denominados macronutrientes e micronutrientes.

Quando um meio aquoso (rios, riachos, lagos, entre outros) se torna eutrofizado, há um crescimento exagerado de algas, que podem levar a deteriorização do corpo d'água (anexo 1). Primeiramente há a produção de biomassa, logo em seguida, caso não haja organismos heterotróficos para fazer o

controle deste crescimento, com o tempo começam a morrer havendo o processo de mineralização dos mesmos reciclando os nutrientes. Se isto ocorrer em um meio aquático não profundo, com os anos a matéria orgânica vai se decompor e se acumula formando um banhado (LENZI, 2012).

Segundo a Fundação SOS. Mata Atlântica (2014), diante da precariedade da qualidade e da quantidade de água para satisfazer as necessidades humanas, ecossistêmicas e de produção de alimentos, produtos e serviços, agressões provocadas pela poluição e desperdício da água devem ser coibidas com políticas públicas eficientes e participativas.

Visto a importância dos rios estarem com suas propriedades regulares, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), criou normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras.

2.2 NORMAS CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é responsável por estabelecer mediante proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, dos demais órgãos integrantes do SISNAMA e de Conselheiros do CONAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios e supervisionado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (CONAMA, 2005).

As águas existentes no mundo são dicotomizadas pelo CONAMA em classes. Segundo este órgão, o rio Itapocu pertence à classe dois, onde as águas são doces com salinidade igual ou inferior a 0,5% (CONAMA, 2005).

Para esta classe foi estabelecido pelo órgão consultivo os seguintes valores: pH entre 6,0 e 9,0; oxigênio dissolvido superior a 5 mg/L; salinidade igual ou inferior a 0,5% (CONAMA, 2005). A tabela 4 com os padrões estabelecidos pode ser visto no anexo 5.

2.3 OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio dissolvido (OD) é a quantidade de oxigênio dissolvido na água ou efluente devido à diferença de pressão parcial, geralmente expressa em parte por milhão (ppm) com temperatura e pressão específicas. As águas superficiais límpidas se encontram saturadas de gás oxigênio (O_2), que tem solubilidade de 9 mg L^{-1} a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e essa solubilidade diminui com o aumento da temperatura da água (LENZI, 2012).

As principais fontes de oxigênio na água são: troca com a atmosfera (aeração); produção pelos organismos produtores primários via fotossíntese e a própria água (PEREIRA, 2004).

Segundo Lenzi (2012) o aumento ou diminuição do OD está relacionado à quantidade de resíduos orgânicos presentes na água, pois eles são decompostos por micro-organismos que utilizam o oxigênio na respiração, ou seja, a matéria orgânica consome oxigênio para sua mineralização, fazendo com que a concentração de oxigênio diminua. Por tanto, o aumento da matéria orgânica na água, que pode ser causado pela temperatura elevada, pode causar a morte de peixes e outros organismos aeróbicos por asfixia (LENZI, 2012).

Altas concentrações de oxigênio dissolvido são indicadores da presença de vegetais fotossintéticos e baixos valores indicam a presença de matéria orgânica (provavelmente originada de esgotos), ou seja, alta quantidade de biomassa de bactérias aeróbicas decompositoras (Ó Connor, 1967).

Um dos métodos para determinar oxigênio dissolvido presente na água é por meio da titulação. Este método é usado para determinar a concentração de um soluto. Para determinar o oxigênio dissolvido, a titulação mais apropriada é a titulação iodométrica (Universidade de São Paulo, 2014).

2.4 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O potencial hidrogeniônico (pH) é um índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio (LENZI, 2012). É uma característica físico-química

expressa através de valores que variam de 0 a 14 (pH < 7 meio ácido; pH = 7 meio neutro; pH > 7 meio alcalino) (COLOMBO, 2008, apud NBR 9896/1993).

Segundo Colombo (2008), do ponto de vista químico, a medida do pH é um dos testes mais importantes para a caracterização físico-química da água e é utilizada praticamente em todas as fases do tratamento de efluentes ou de água potável. Alguns processos como: neutralização, coagulação, precipitação, desinfecção, corrosão, entre outros, são dependentes do pH.

O pH interfere na estabilidade e solubilidade de metais tornando-os mais ou menos disponíveis à assimilação pelas plantas e animais.

Do ponto de vista ambiental, os valores de pH devem manter-se entre 6 e 9 para um bom desenvolvimento aquático da fauna e flora. Os peixes de água doce normalmente podem sobreviver em águas com pH 4,7 a 8,7, mas o pH permitido varia de acordo com a temperatura e com o oxigênio dissolvido (COLOMBO, 2008, p. 2).

Segundo Colombo (2008) o método mais utilizado para a medida do pH é o potenciométrico, através de um instrumento chamado pH-metro. O pH-metro é constituído por dois eletrodos conjugados: um indicador e outro de referência. O eletrodo de referência possui um potencial constante e o indicador é aquele que adquire o pH da amostra em comparação com a referência. A medida do pH pelo método potenciométrico não sofre interferências provenientes de cor, turbidez, matéria coloidal, oxidantes ou redutores. No entanto, sabões e materiais graxos podem cobrir o eletrodo de vidro, necessitando de lavagem periódica conforme instruções do fabricante.

Os efeitos mais nocivos da chuva ácida ocorrem no meio ambiente. Um lago, por exemplo, que possui um pH em torno de 6,5 não sobrevive a um pH abaixo de 4 ou 4,5, podendo ocorrer à morte de todos os seres que vivem ali. A chuva ácida também causa a acidificação do solo tornando-o improdutivo e mais suscetível à erosão. A acidez do solo, inclusive, é um dos principais fatores para a diminuição da cobertura vegetal em diversos países (FARIAS, 2006).

2.5 SALINIDADE

Segundo Lenzi (2012) a salinidade é determinada pelo total de íons presentes na água em especial os cátions inorgânicos: cálcio, magnésio, sódio, potássio e os ânions: cloretos, bicarbonato e sulfatos.

Mancuso (2003) confirma o que Lenzi (2012) relata: a capacidade da água conduzir uma corrente elétrica é tanto maior quanto maior for a concentração de eletrólitos, ou seja, a salinidade da água de reuso pode ser medida pela condutividade elétrica (CE), sendo diretamente relacionada com a concentração de sais solúveis.

A condutividade elétrica não determina especificamente quais os íons que podemos encontrar no meio, mas ela pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionada por lançamentos de resíduos industriais ou domésticos (FARIAS, 2006).

Inicialmente, a salinidade na água do mar era avaliada por gravimetria após o aquecimento de 1 kg de água do mar, e o resultado era expresso em g kg^{-1} ou na unidade % (partes por milhão). Porém, devido ao aquecimento, pode haver perdas de forma de Cl_2 , Br_2 e B(OH)_3 , e decomposição de espécies como HCO_3^- , CO_3^{2-} em óxidos (CO_2), o que pode levar a um valor subestimado de salinidade (CAMPOS, 2010, p. 166).

O condutivímetro comercial surgiu em 1961, tornando possível calcular a razão entre a condutividade de uma alíquota e de um padrão de condutividade (CAMPOS, 2010).

A maioria dos seres e organismos aquáticos podem suportar facilmente valores até 2.000 mg L^{-1} (LENZI, 2012).

2.6 TEMPERATURA

“A temperatura é uma característica física das águas, pois indica o grau de agitação das moléculas.” (PADUA, 2003, p. 5).

Ao realizarmos investigações hidrológicas ou químicas em uma massa d'água qualquer, também a análise de fatores físicos é

indispensável e a temperatura certamente é um de maior importância entre essas variáveis, pois além de servir ao cálculo na determinação de algumas variáveis, como pressão atmosférica, umidade relativa do ar, etc., interfere constantemente no cálculo da alcalinidade, da salinidade, do pH, dos valores de saturação de oxigênio dissolvido, na toxicidade de elementos ou substâncias entre outras (PADUA, 2003, p. 6).

Segundo Couto (2004), a temperatura da água é ditada pela radiação solar, com exceção de alguns casos (como por exemplo, nos casos de despejos industriais, de termelétricas e de usinas atômicas que operem nas margens do lago ou reservatório). A temperatura influi na química da água. A água fria, por exemplo, contém mais oxigênio dissolvido do que a água quente (COUTO, 2004). Por outro lado, alguns compostos prejudicam mais a vida aquática nas temperaturas mais elevadas. A tabela 1 (anexo 2) apresenta, em linhas gerais, a importância da temperatura para a vida aquática.

Segundo Couto (2004), a temperatura comanda uma importante característica física da água: a densidade. A água difere da maioria dos compostos porque ela é menos densa no estado sólido do que no seu estado líquido. A água é mais densa à 4 °C e menos densa quando for diferente dessa temperatura, seja ela superior ou inferior.

3. METODOLOGIA

Primeiramente, foram realizados estudos sobre os métodos de coleta e análises da água de rios, procurando os melhores e mais simplificados métodos, para que todas as análises pudessem acontecer no laboratório do campus do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul, com exceção da análise da condutividade elétrica, que foi analisada num laboratório que continha os instrumentos adequados (condutivímetro portátil mCA 150 P).

As coletas das amostras foram realizadas nos dias 21 de outubro, 29 de outubro e 4 de novembro. O primeiro ponto de coleta se encontra no bairro Nereu Ramos (26°44'78"S, 49°16'50"W), o segundo ponto de coleta se encontra bairro Três Rios do Sul (26°44'85"S, 49°13'00"W), o terceiro ponto de coleta encontra-se no bairro Centro (26°47'45"S, 49°09'14"W), o quarto ponto de coleta se localiza no bairro Centro (26°48'00"S, 49°08'07"W) e o quinto ponto de coleta localiza-se no bairro Baependi (26°48'59"S, 49°07'68" W). Do primeiro ao último ponto de coleta, o rio Itapocu apresenta-se com uma extensão de 8,6 Km. As amostras de água foram coletadas sob as pontes, com o coletor de água "Beller".

Para transportar as amostras utilizamos um isopor com gelo, cinco frascos âmbar para as análises de oxigênio dissolvido e cinco frascos âmbar para as análises de potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica.

Para medir o pH, utilizamos o pH-metro de bancada (mPA-210); para analisar a temperatura, utilizamos o termômetro de mercúrio no momento da coleta (na margem do rio); para verificar o oxigênio dissolvido, utilizamos o método de titulação Winkler (em anexo); e para analisar a salinidade, utilizamos um condutivímetro, que identificou qual era a condutividade elétrica (em $\mu\text{S}/\text{cm}$) de cada amostra. Para determinar a salinidade através da condutividade elétrica, utilizamos o sítio eletrônico Practical Salinity Scale 1978 (PSS - 78), criado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Todos os equipamentos utilizados foram devidamente calibrados previamente.

A aferição da temperatura foi realizada no local da coleta, enquanto as análises do oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica foram realizadas nos laboratórios.

As coletas das amostras foram realizadas nos mesmos pontos de coleta, em três dias diferentes, levando em consideração uma semana de intervalo entre as coletas e análises.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos nas análises estão apresentados nas tabelas 1, 2 e 3. Na tabela 1 os dados são referentes ao primeiro dia de coleta realizado no dia 21 de outubro de 2014.

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA NO DIA 21 DE OUTUBRO DE 2014				
	pH	Salinidade (‰)	O.D. (mg/L)	Temperatura (°C)
Ponto 1	6,9	0,1	5,65	23,0
Ponto 2	6,6	0,1	4,64	23,5
Ponto 3	6,2	0,2	6,28	24,0
Ponto 4	6,5	0,2	4,8	23,5
Ponto 5	6,5	0,2	4,96	24,0

Na tabela 2 os dados são referentes aos resultados obtidos no segundo dia de coleta realizado no dia 29 de outubro de 2014.

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA NO DIA 29 DE OUTUBRO DE 2014				
	pH	Salinidade (‰)	O.D. (mg/L)	Temperatura (°C)
Ponto 1	5,99	0,3	5,92	28,0
Ponto 2	6,08	0,3	2,9	28,0
Ponto 3	6,55	0,4	7,1	27,0
Ponto 4	7,0	0,4	5,96	27,0
Ponto 5	7,25	0,4	4,28	27,0

Na tabela 3 os dados são referentes aos resultados obtidos no terceiro dia de coleta realizado no dia 4 de novembro de 2014.

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA NO DIA 04 DE NOVEMBRO DE 2014				
	pH	Salinidade (‰)	O. D. (mg/L)	Temperatura (°C)
Ponto 1	5,93	0,2	7,04	26,0
Ponto 2	5,93	0,2	7,04	26,5
Ponto 3	5,73	0,3	5,4	25,5
Ponto 4	5,83	0,3	4,89	26,0
Ponto 5	5,95	0,3	4,9	26,0

Os valores padrões das características físico-químicas podem ser vistos e comparados com os valores característicos do rio. Os dados apresentados em coloração vermelha não estão em conformidade com os padrões estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA).

Segundo Pereira (2004) um dos fatores que podem influenciar nos valores de pH, são os efluentes sanitários lançados pelas indústrias (poluição química). Outro fator que pode influenciar na alteração do potencial hidrogeniônico, são os esgotos produzidos pelas residências, que não são tratados adequadamente e podem ser devolvidos ao rio por tubulações diretamente ligadas a sua margem, ou também pelo solo, por exemplo. Jaraguá do Sul apresenta residências e indústrias instaladas ao redor do rio Itapocu, o que pode contribuir para a alteração do parâmetro potencial hidrogeniônico analisada da água coletada.

As alterações dos valores de oxigênio dissolvido, segundo Lenzi (2012) e Pereira (2004), podem ser provenientes do aumento da concentração da matéria orgânica presente na água do rio, pois com seu aumento, os organismos que a decompõem necessitam de uma demanda maior de oxigênio. Essa matéria orgânica geralmente é provinda do esgoto doméstico. Outro fator a ser considerado, que pode diminuir a taxa de oxigênio dissolvido na água, é a água proveniente da refrigeração de máquinas e equipamentos, que não é resfriada antes de sua devolução ao rio. Esses dois casos se aplicam no município de Jaraguá do Sul, já que ele possui um número muito grande de residências e de indústrias ao seu redor.

A salinidade da água do rio Itapocu está dentro do valor padrão estabelecido pelo CONAMA, em todas as amostras. Os valores de salinidade apresentados nas tabelas indicam uma tendência de aumento na salinidade da água ao longo da

passagem pela cidade de Jaraguá do Sul. Isto mostra que o município de Jaraguá do Sul pode estar contaminando e/ou poluindo o rio Itapocu ao longo de sua extensão.

Farias (2006) afirma que o aumento da taxa de salinidade pode ser ocasionado por lançamentos de resíduos industriais ou domésticos. Isso é o que ocorre no município de Jaraguá do Sul, como podemos observar nos dados da tabela 1, 2 e 3.

A água apresentou a mesma temperatura do ar atmosférico do local em todos os pontos de coleta, durante os três dias de análise.

A afirmação da hipótese nº 4.1 a respeito da salinidade da água do rio nos pontos 4 e 5 estar acima do valor padrão estabelecido pelo órgão CONAMA, foi refutada. Com os valores organizados nas tabelas, pode-se notar que a salinidade presente na água aumenta ao longo da passagem da água pela cidade de Jaraguá do Sul, mas não ultrapassa o valor limite estabelecido pelo órgão.

Não foi possível identificar o motivo da variação dos dados, o que inviabilizou uma conclusão definitiva da hipótese nº 4.2 que afirma que a água do rio Itapocu não está com valores de suas características físico-químicas aceitáveis segundo o órgão CONAMA.

A hipótese nº 4.3 que diz que a água do rio Itapocu tem valores de pH abaixo do padrão estabelecido pelo CONAMA, não pode ser confirmada ou refutada, pois há variação nos valores de pH. Para concluir se ele está sendo poluído e/ou contaminado e também se o pH do rio encontrasse realmente baixo, é necessário realizar pesquisas mais aprofundadas e prolongadas.

4.1 TRATAMENTOS DE RESÍDUOS

Os resíduos e as sobras gerados na padronização do tiossulfato de sódio e a na solução de tiossulfato de sódio, foram guardados em frascos separadamente de 150 mL e 1.500 L, respectivamente.

Para tratá-las, as soluções passaram por um processo de decantação e filtração. Os sólidos gerados serão encaminhados a um laboratório especializado para fazer a destinação correta.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar esta pesquisa, verificou-se que o município de Jaraguá do Sul pode estar poluindo e/ou contaminando o rio Itapocu, levando em consideração os parâmetros: salinidade e oxigênio dissolvido.

Observou-se que os valores do potencial hidrogeniônico dos dias 29 de outubro e 04 de novembro se encontraram levemente ácidos na maioria dos pontos de coleta, estando abaixo do valor padrão estabelecido pelo órgão CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Porém, não foi possível concluir que o rio Itapocu está sendo poluído e/ou contaminado pelo município de Jaraguá do Sul. Para termos uma análise conclusiva, faz-se necessário uma verificação mais aprofundada e prolongada.

Apesar da água do rio Itapocu não ter ultrapassado a taxa limite para a salinidade estabelecido pelo órgão CONAMA, pôde-se observar que houve um aumento nesta taxa ao passar pelo município de Jaraguá do Sul, o que demonstra que o município pode contaminar e/ou poluir o rio Itapocu (somente considerando a salinidade).

O oxigênio dissolvido apresentou-se na maioria dos dias levemente abaixo do padrão estabelecido pelo órgão CONAMA, principalmente nos pontos 3, 4 e 5.

Algumas residências em Jaraguá do Sul podem estar lançando no rio Itapocu seus esgotos domésticos, o que causa um aumento na quantidade de matéria orgânica (micro-organismos), que consomem oxigênio dissolvido na água para sua respiração. Além disso, quando a temperatura da água encontra-se alta ou quando são lançados efluentes quentes no rio, pode diminuir a concentração de oxigênio dissolvido na água.

Os resultados obtidos neste trabalho podem ser utilizados para alertar a sociedade jaraguaense a respeito da necessidade de buscar alternativas que diminuam a poluição e contaminação do rio Itapocu, visto que os valores encontrados ficaram muito próximos ou ultrapassaram os limites estabelecidos para a sua classe (Classe 2). Estes resultados também mostram o potencial para pesquisas futuras e aprofundamento da mesma servindo como referência para o estudo da qualidade da água do rio Itapocu.

Sabe-se como é importante a presença do rio Itapocu no município de Jaraguá do Sul, por tanto, devemos identificar quais são os principais tipos de poluentes e contaminantes presentes, para que se possa desenvolver ações de preservação do leito do rio e para que sua água esteja adequada para utilização e consumo humano.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, M. L. A. M. **Introdução à biogeoquímica de ambientes aquáticos**. São Paulo: Átomo, 2010. p. 209.

CARRITT, D. E., and CARPENTER, J. H. 1966. **Comparison and evaluation of currently employed modifications of the Winkler method for determining dissolved oxygen in seawater**; a NASCO report, J. Marine Res., 24: 286-318.

COLOMBO, J. C. **Determinação do pH de águas**. Curitiba, Paraná: Universidade Tecnológica do Paraná, 2008.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e de outras providências**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 03 Abr. 2012.

COUTO. Instituto Federal do Rio de Janeiro. **A temperatura da água: 2004**. Disponível em: <www.ufrj.br>. Acesso em 20 abr. 2014.

FARIAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Cabelo**. Paraíba: Universidade de Campina Grande, 2006. p. 153.

FUNDAÇÃO SOS. MATA ATLÂNTICA. **Observando os rios: o retrato da qualidade da água em rios da região Sul e Sudeste do bioma Mata Atlântica**. 2014.

GAZZOLA, E., REUS, G. F., LARROZA, L. A. B., SILVEIRA JUNIOR, M., SOARES, V. **Aspectos poluentes do rio Itapocu**. Jaraguá do Sul: Instituto Federal de Santa Catarina, 2013. p. 16.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 03 jun. 2014.

LANGANKE, R. **Eutrofização**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Disponível em: www.ecologia.ib.usp.br, acesso em: 01 jun. 2014.

LENZI, E., FAVERO, L., O. B., LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2012. p. 605.

MANAHAN, S. E. **Environmental chemistry**. CRC Press: Florida (USA), 1994. p. 811.

MANCUSO, P. C. S., SANTOS, H. F. **Reuso da água**. São Paulo: Manole, 2003. p.365.

MARQUES, J. R. **Meio ambiente urbano**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005. p. 233.

MICHAELIS. **Dicionário prático de língua portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2008. p. 952.

MICHIGAN MATHEMATICS AND SCIENCE CENTERS NETWORK. Disponível em: www.wupcenter.mtu.edu. Acesso em: 20 abr. 2014.

O'CONNOR, D. J. **The temporal and spatial distribution of dissolved oxygen in streams**. *WaterResources*. v. 3, n. 1, p. 65-79, 1967.

PADUA, H. B. **Temperatura (água/ar) em sistemas aquáticos**. ABRAPPESQ (Associação Brasileira de Piscicultores e Pesqueiros). 2003. Disponível em: www.abrappesq.com.br, acesso em 20 abr. 2014.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. *Revista eletrônica de Recursos Hídricos*. IPH-UFRGS. v. 1, n.1. p. 20-36. 2004. Disponível em: www.abrh.org.br, acesso em 16 abr. 2014.

PRACTICAL SALINITY SCALE - PSS. Organização das Nações Unidas, para a Educação, a Ciência e a Cultura, 1978. Disponível em: www.salinometry.com. Acesso em: 08 nov. 2014.

THOMPSON, T.G., and ROBINSON, R.J. 1939. **Notes on the determination of dissolved oxygen in sea water**. *J. Marine Res.*, 2: 1-8.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **O que é análise volumétrica ou titulação**. São Paulo. 2014. Disponível em: www.usp.com.br. Acesso em: 03 jun. 2014.

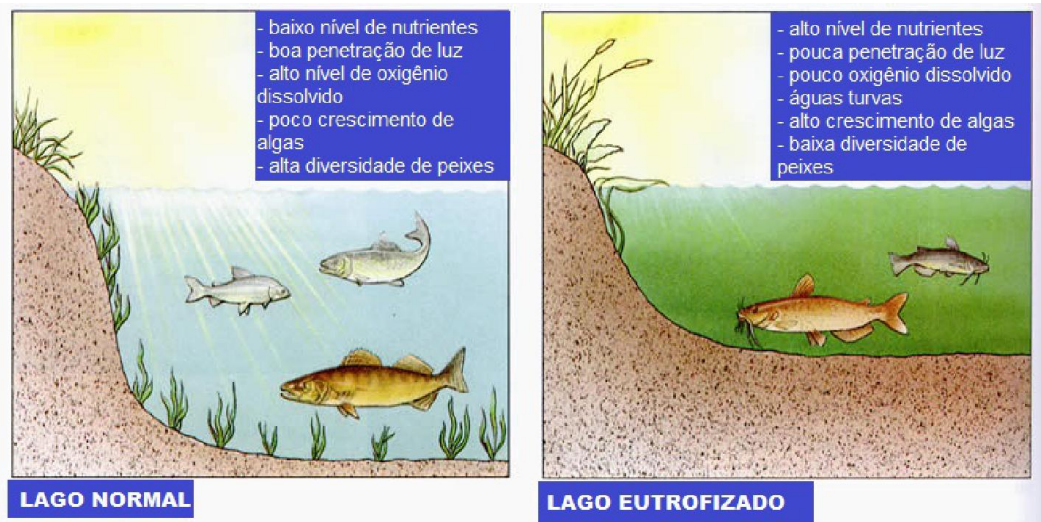
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA– CFM - Dep. de Química - QMC 5311 - Química Analítica Experimental II.Prof.: luizmadureira determinação de oxigênio dissolvido em água pelo método de winkler (modificado).

WEBSTER - WEBSTER'S ENCYCLOPEDIA UNABRIDGED DICTIONARY OF THE ENGLISH LANGUAGE. New revised edition. London: Dilithium, 1994. p. 1854.

WHEATLAND, A. B., and SMITH, L. J. 1955.**Gasometric determination of dissolved oxygen in pure and saline water as a check of titrimetric methods.**J. Appl. Chem. (London), 5: 144-148.

ANEXOS

ANEXO 1:



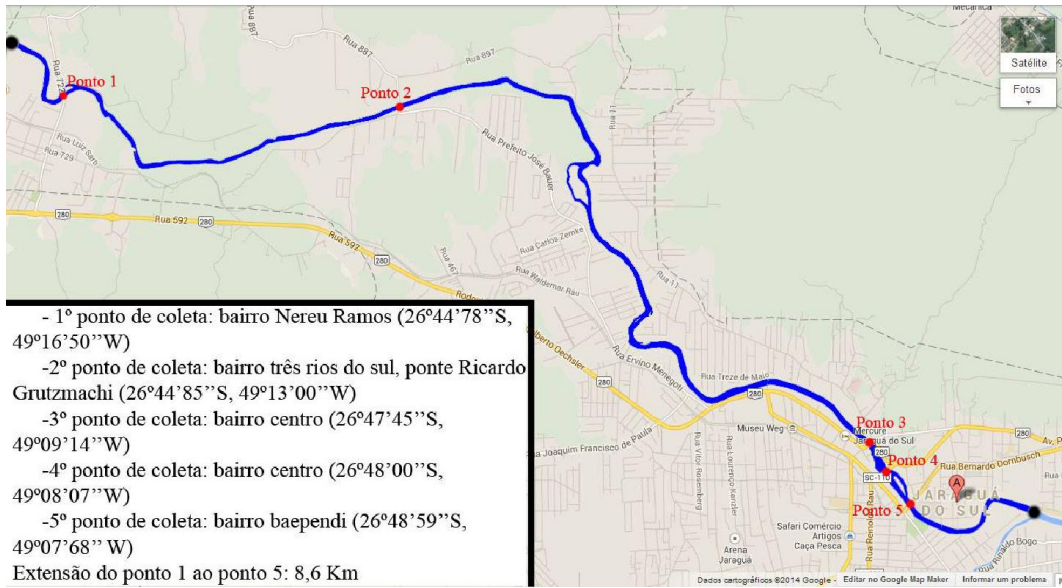
Esquema de eutrofização. Fonte: adaptado Langanke, apud Raven, P. H.; Berg. L. R.; Johnson, G. B. 1998.

ANEXO 2:

TEMPERATURA	NÍVEL	VIDA AQUÁTICA
Menor que 14 °C	Baixa	Poucas plantas, trutas e poucas doenças
15 °C a 20 °C	Média	Algumas plantas, besouros d'água e algumas doenças
21 °C a 27 °C	Alta	Muitas plantas, carpas, bagres e muitas doenças de peixes
Maior que 27 °C	Muito alta	A temperatura começa a reduzir a vida aquática

Consequências de uma temperatura inadequada no meio aquático. Fonte: Michigan Mathematics and Science Centers Network (modificado).

ANEXO 3:



Mapa do rio Itapocu com os pontos de coleta. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-26.4982205,-49.0985225,12z?hl=pt-BR> (modificado).

ANEXO 4:

MÉTODO WINKLER (MODIFICADO)

UFSC – CFM - Dep. de Química - QMC 5311 - Química Analítica Experimental II
1 / 3 Prof.: Luiz Madureira: determinação de oxigênio dissolvido em água pelo método de winkler (modificado).

Metodologia de análise: volumetria de óxido-redução

1. MATERIAIS

Frasco de DBO (Vidro neutro, boca estreita, tampa esmerilhada, volume aproximado de 300 mL, com “selo d’água”) Volume de 250-300 mL; Pipetas de 2 mL (graduada) Proveta de 100mL; Erlenmeyer de 250mL; Becker de 50mL, e 100mL; Bureta de 25mL.

2. REAGENTES

2.1) Solução de sulfato de manganês: 25 mL Dissolver 6,0 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ em 25 mL de água deionizada.

2.2) Solução alcalina de Iodeto e Azida-sódica: (Misturar as soluções: solução A + solução B + 0,25g de azida sódica) Solução A: Dissolver 12,5g de NaOH em 20 mL de água deionizada; Solução B: Dissolver 3,75g de KI em 5 mL de água deionizada;

2.3) Solução de ácido sulfúrico concentrado.

2.4) Solução de Tiosulfato de sódio a 0,01 mol/L (padronizada)

2.5) Solução de amido (2%) (Indicador)

3. INTRODUÇÃO

A determinação de oxigênio dissolvido (O.D.) é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Do ponto de vista ecológico, o O.D. é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias

orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que se utilizam o oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio.

O método mais empregado para determinação de oxigênio dissolvido é o método de Winkler modificado pela azida sódica. De acordo com os interferentes, são empregadas outras modificações do método de Winkler ou se emprega o método eletrométrico para determinação de O.D.

O roteiro descreve o método da determinação da concentração de oxigênio dissolvido em amostras de corpos d'água em geral, águas de abastecimento, águas residuárias e águas do mar, superior a 0,1 mg/L.

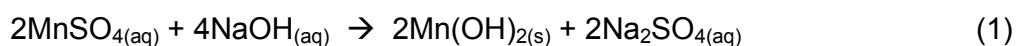
4. PRINCÍPIO DO MÉTODO

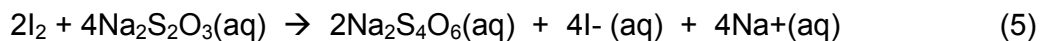
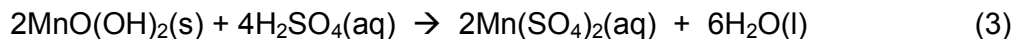
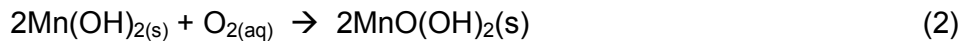
O método é indireto. Adiciona-se a amostra sulfato manganoso e em seguida, iodeto de potássio em meio fortemente alcalino de hidróxido de sódio. O sulfato manganoso reage com o hidróxido de sódio produzindo um precipitado flocoso de hidróxido manganoso.

O precipitado de hidróxido manganoso é disperso uniformemente na amostra por agitação do frasco fechado, e o oxigênio dissolvido oxida rapidamente uma quantidade equivalente de manganês a hidróxidos básicos de estados de oxidação mais altos, de coloração marrom.

Quando a solução é acidificada, o precipitado é dissolvido e se forma sulfato mangânico que reage com iodeto liberando iodo (I₂) em quantidade equivalente à quantidade original de oxigênio na amostra. O iodo liberado é titulado com tiosulfato de sódio.

Equações:





5. PROCEDIMENTO DE CAMPO

5.1) Técnica de coleta: Encher o frasco de DBO completamente, colocar a tampa com cuidado, para não formar bolhas de ar.

5.2) Preservação da amostra:

5.2.1) Adicionar à amostra coletada, 2,0 mL de solução de sulfato de manganês (tomando-se o cuidado de imergir a ponta da pipeta no líquido do frasco, a aproximadamente 2 cm acima do fundo, pressionar o pipetador), Fechar bem o frasco, sem deixar bolhas de ar em seu interior, e agitar.

5.2.2) Adicionar 2,0 mL de Solução de alcalina de Iodeto e Azida-sódica, (tomando-se o cuidado de imergir a ponta da pipeta no líquido do frasco, a aproximadamente 2 cm acima do fundo, pressionar o pipetador), Fechar bem o frasco, sem deixar bolhas de ar em seu interior, e agitar.

5.2.3) Deixar o precipitado decantar até, aproximadamente, a metade do volume do frasco e agitar novamente. Deixar decantar por um período mínimo de 30 minutos. (A amostra estará preservada por um prazo de análise de 4 a 8 horas (a temperatura ambiente)).

6 ANÁLISE LABORATORIAL

6.1) Adicionar 2,0 mL de Ácido Sulfúrico Concentrado, (tomando-se o cuidado de imergir a ponta da pipeta no líquido do frasco, a aproximadamente 2 cm acima do fundo, pressionar o pipetador), Fechar bem o frasco, sem deixar bolhas de ar em seu interior, e agitar. Aguardar 10 a 15 minutos para dissolver completamente o precipitado.

6.2) Titulação

6.2.1) Medir um volume de 50 mL com uma proveta, transferir para um erlenmeyer.

6.2.2) Titular imediatamente com solução de Na₂S₂O₃ até que a coloração da solução se torne amarela muito fraca. Adicionar então, 10 gotas de suspensão de amido e prosseguir a titulação até desaparecimento da coloração azul. Anotar o volume gasto e calcular o teor de oxigênio dissolvido.

ANEXO 5:

NORMAS CONAMA (MODIFICADO)

TABELA I – CLASSE 2 – ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALORES
Ph	6,0 a 9,0
Oxigênio dissolvido	Superior a 5,0 mg/L O ₂
Salinidade	Igual ou inferior a 0,5 %
Temperatura	Ambiente

Tabela 1 - Valores padrões das características físico-químicas (CONAMA).