

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA**

**QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO EM UM
TRECHO DO RIO CUBATÃO SUL NO MUNICÍPIO DE SANTO
AMARO DA IMPERATRIZ – SC.**

Bruna Freitas da Silva

**Florianópolis
-2016-**

BRUNA FREITAS DA SILVA

**QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO EM UM
TRECHO DO RIO CUBATÃO SUL NO MUNICÍPIO DE SANTO
AMARO DA IMPERATRIZ – SC.**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado como requisito
parcial para obtenção do título de
licenciatura do Curso de Graduação em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof^o. Dr. Maurício Mello Petrucio

**Florianópolis
-2016-**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Freitas da Silva, Bruna
QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO EM UM TRECHO DO RIO
CUBATÃO SUL NO MUNICÍPIO DE SANTO AMARO DA IMPERATRIZ - SC.
/ Bruna Freitas da Silva ; orientador, Maurício Mello
Petruccio - Florianópolis, SC, 2016.
62 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Índice de Estado Trófico. 3.
Índice da Comunidade Fitoplanctônica. 4. Qualidade De Água.
5. Manancial Superficial. I. Mello Petruccio, Maurício . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Ciências Biológicas. III. Título.

BRUNA FREITAS DA SILVA

**QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO EM UM
TRECHO DO RIO CUBATÃO SUL NO MUNICÍPIO DE SANTO
AMARO DA IMPERATRIZ – SC.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Licenciado em Ciências Biológicas, e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora.

Florianópolis, 04 de abril de 2016.

Prof. Dr. Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof., Dr. Maurício Mello Petrucio (UFSC)

Biólogo, MSc. Rudnei Hinkel (CASAN)

Dra. Áurea Luiza Lemes da Silva (LIMNOS/UFSC)

MSc. Denise Tonetta (LIMNOS/UFSC)

*Dedico este trabalho aos meus pais
que sempre me apoiaram e me incentivaram.
“Se consegui enxergar tão alto foi porque estava apoiada
sobre ombros de gigantes” (Isaac Newton).*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais em primeiro lugar por todo apoio dado a mim desde o início dos meus estudos. Por estarem sempre do meu lado incentivando as minhas escolhas, por mais inimagináveis que fossem.

Agradeço aos meus avós pelas histórias, pela força e por tudo que fizeram e fazem pela nossa família. Gostaria de tê-los para sempre comigo.

Agradeço aos meus irmãos e minhas sobrinhas lindas que me ensinam mais sobre biologia e ciências naturais do que muito que li nos livros.

Agradeço ao meu orientador, Prof^o Maurício, que me acolheu em um momento complicado na minha trajetória da graduação e sempre apoiou as minhas ideias, mesmo que às vezes parecessem um pouco malucas, sempre teve a grandeza de ser paciente comigo e me tranquilizar com sua calma.

Agradeço a todos os meus amigos da faculdade, em especial o Antônio, Dionia, Gabriel, Rafael e Saulo, que sempre estiveram presentes e por todos os momentos de risada e de desespero. Serei eternamente grata por me receberem com tanto carinho.

Agradeço a todos os meus colegas da CASAN que estiveram comigo nessa jornada, meus colegas de trabalho que sempre me apoiaram: Santuza, Luiz, Carol, Sandro, Manu, Edna. Vocês são muito importantes para mim e sempre estiveram do meu lado, me apoiando e dando forças e foram fundamentais nessa caminhada.

Agradeço todo o pessoal da ETA Cubatão pela ajuda nas análises, Karla e Fabi, em especial. Pelo apoio de todos e também pelos conselhos.

Agradeço à minha colega CASANiana, Elisabete Petry, pelas ajudas com as análises e caracterização de algas, pela paciência e disposição de me ajudar e me ensinar. Sempre serei grata.

Agradeço aos meus amigos extraordinários que estão do meu lado sempre que eu preciso e foram essenciais (como sempre) nos meus momentos de desespero e também nos meus momentos de descontração. Meus amigos e minhas amigas “zuzus” que me deram muita força nesse momento de conclusão de Curso e que cada vez que o mundo pesava, lá estavam para me ajudar e dividir o peso comigo.

Agradeço à UFSC e todos os colegas, alunos, servidores e professores, que sempre fizeram e farão parte da minha história.

"Eu não sei como eu posso parecer ao mundo, mas para mim, eu pareço ser apenas como uma criança brincando na beira do mar, divertindo-me e encontrando um seixo mais liso ou uma concha mais bonita do que o ordinário, enquanto o grande oceano da verdade permanece todo indescoberto diante de mim."

Isaac Newton

RESUMO

A demanda de consumo de água tem aumentado significativamente e a disponibilidade hídrica em condições de utilização para fornecimento à população não tem crescido na mesma proporção. O Rio Cubatão Sul, objeto de estudo que atravessa centros urbanos, é um manancial superficial de grande importância na região metropolitana de Florianópolis - SC. Além de ser essencial no equilíbrio do ecossistema abrigado, esse manancial é utilizado como fonte de água para abastecimento público e deve ter garantida a qualidade de suas águas. O presente estudo tem por objetivo caracterizar um trecho do Rio Cubatão Sul, localizado em Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina, de acordo com o Índice de Estado Trófico (IET) para Fósforo e aplicar o Índice da Comunidade fitoplanctônica (ICF). De acordo com os resultados, o manancial, apesar de toda influência antrópica exercida sobre ele, apresenta bons resultados para os nutrientes analisados. O IET classifica o manancial como mesotrófico, ou seja, com produtividade intermediária. O ICF determinou que, nos dois pontos analisados, as águas do manancial estão classificadas entre Boa e Ótima.

Palavras-chave: Índice de estado trófico. Índice de comunidade fitoplanctônica. Qualidade de água. Rio Cubatão Sul.

ABSTRACT

The demand for water consumption has increased significantly and the water availability in a position to use to supply the population has not grown at the same rate. The Cubatão Sul river, an object of study that cuts urban centers, is a shallow pool of great importance in the metropolitan area of Florianópolis - SC. Besides being essential in balancing the ecosystem sheltered, this source is used as a source of water for public supply and should have guaranteed the quality of its waters. This study aims to characterize a Cubatão South river stretch, located in Santo Amaro da Imperatriz, Santa Catarina, according to the Trophic State Index (TSI) to match and apply the Phytoplankton Community Index (PCI). According to the results, the spring, despite all anthropogenic influence on it, gives good results for the nutrients analyzed. The TSI rate the stock as mesotrophic, or with intermediate productivity. PCI determined that the two points analyzed the spring waters are classified between Good and Great.

Keywords: State trophic index . Phytoplankton community index. Water quality. Cubatão South River.

LISTA DE SIGLAS

ETA – Estação de Tratamento de Água

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

ICF – Índice de Comunidade Fitoplanctônica

IET – Índice de Estado Trófico

pH – Potencial Hidrogeniônico

OD – Oxigênio Dissolvido

PEST – Parque Estadual da Serra do Tabuleiro

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

NMP – Número mais provável

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. Objetivo Geral.....	19
2.2. Objetivos Específicos.....	19
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
3.1 Índice de Estado Trófico.....	23
3.2 Índice da Comunidade Fitoplanctônica.....	26
3.3 Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.....	27
3.3.1 Temperatura.....	27
3.3.2 Potencial Hidrogeniônico.....	28
3.3.3 Oxigênio Dissolvido.....	28
3.3.4 Turbidez.....	29
3.3.5 Condutividade.....	29
3.3.6 Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo).....	30
3.3.7 Coliformes.....	31
3.3.8 Precipitação.....	32
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.1 Área de estudo.....	33
4.2 Coleta de amostras.....	34
4.3 Análises físico-químicas.....	36
4.4 Análises bacteriológicas.....	36
4.5 Análises fitoplanctônicas.....	36
4.6 Cálculos e Parâmetros para classificação dos Índices.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
5.1 Temperatura.....	41
5.2 Potencial Hidrogeniônico.....	42
5.3 Oxigênio Dissolvido.....	44
5.4 Turbidez.....	45
5.5 Condutividade.....	47
5.6 Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo).....	48
5.7 Coliformes Totais e termotolerantes.....	51
5.8 Índice de Precipitação.....	53
5.9 Índice de estado trófico.....	54
5.10 Índice da Comunidade fitoplanctônica.....	56
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
7 REFERÊNCIAS.....	63
8 APÊNDICE A – Tabela de resultados.....	69

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sociedade mundial, segundo Esteves (2011) consome 7% da água doce do Planeta Terra no uso doméstico, 23% na indústria e 70% na produção de alimentos. Isso demonstra o quanto a água doce está essencialmente vinculada à nossa vida como ser vivo e como sociedade em geral. Sabe-se que o Brasil possui entre 12% a 16% de toda água doce do planeta Terra, aumentando, portanto, nossa responsabilidade sobre a preservação dos ecossistemas aquáticos e fontes de água potável no nosso território.

O aumento populacional faz com que a demanda por espaços territoriais e o uso dos corpos hídricos próximos aos centros urbanos seja cada vez mais frequente. Da mesma maneira que dependemos desses corpos hídricos, também degradamos esses mananciais de várias maneiras como o despejo de esgotos domésticos, industriais, rejeitos agrícolas, lançamento de resíduos sólidos oriundos de diversas origens, entre outras formas. Os avanços tecnológicos que impulsionaram a revolução industrial no século XVIII têm feito da espécie humana o principal causador da degradação acelerada do meio ambiente (SALDANHA, 2008). A demanda de consumo de água tem aumentado significativamente e a disponibilidade hídrica em condições de utilização para fornecimento à população não tem crescido na mesma proporção (CARNEIRO *et al.*, 2005).

No Brasil, a situação dos corpos hídricos tem se agravado devido, principalmente, ao lançamento de efluentes e esgotos domésticos das cidades que continuam tendo o mesmo destino, ou seja, rios, outros corpos de água doce, praias e águas litorâneas, sem tratamento prévio (REBOUÇAS, 2011). Esse despejo de efluentes aumenta a quantidade de nutrientes e poluentes químicos na água, ocasionando a degradação ecológica e sanitária no ambiente. Segundo Rebouças (2011), quando os limites da quantidade ou da qualidade são ultrapassados pela intervenção humana, pode se caracterizar uma situação de desequilíbrio, escassez ou degradação da qualidade da água disponível, tal como ocorre hoje no Brasil, em níveis nunca imaginados.

A sociedade, de maneira geral, está tão acostumada com o consumo inconsciente de água, que muitas vezes esquece que é um bem finito e que deve ter seu uso controlado e consciente. Porém, diversos estados brasileiros começam a ter sérios problemas por causa da água, seja pela sua escassez, onde não se tem água nem mesmo para beber ou para higiene pessoal, seja pelo excesso, onde cidades apresentam níveis

recordes nos volumes de grandes rios, causando graves inundações, prejuízos sociais e econômicos incontáveis (ESTEVES, 2011).

O monitoramento da qualidade das águas é essencial não apenas por questões econômicas, políticas e de saúde pública, mas também pela manutenção de um ecossistema em equilíbrio. A qualidade ambiental de um ambiente aquático é definida como o conjunto das características físicas, químicas e biológicas presentes e depende do tipo de uso deste corpo d'água (CARVALHO, 2003).

Há diversas formas de se monitorar um manancial e, para isso, diversos parâmetros podem ser analisados. Dentre eles, o monitoramento da comunidade fitoplanctônica pode ser importante para se avaliar as condições ecológicas de um ecossistema aquático, prevenir ou controlar situações indesejáveis (CETESB, 2005). As algas planctônicas e as cianobactérias, que juntas constituem o fitoplâncton, são a base da cadeia alimentar para os organismos heterotróficos que vivem nos corpos d'água (RAVEN *et al.*, 1996). As características químicas, físicas e hidrobiológicas do ambiente determinarão a ocorrência e distribuição dos diferentes organismos aquáticos (OLIVEIRA, 2012). As variações capazes de causar distúrbios no ambiente podem gerar diferentes respostas dos organismos. Desta forma, o estudo qualitativo e quantitativo do fitoplâncton bem como análise de outros parâmetros físico-químicos são fatores importantes para indicar qualidade da água. O conjunto dessas ferramentas aumenta o potencial de detecção das causas e de avaliação dos efeitos de distúrbios ao ecossistema aquático (BUSS; OLIVEIRA; BAPTISTA, 2008). Uma forma de avaliar objetivamente essas variações é a combinação de parâmetros de diferentes dimensões, em índices que os reflitam conjuntamente em uma distribuição amostral temporal e espacial. Segundo Beyruth (1996), em estudos ecológico-sanitários, a comunidade fitoplanctônica é de importância fundamental como indicativo da qualidade da água, e possibilita a realização de previsões a partir de alterações ambientais.

O Rio Cubatão Sul objeto de estudo que corta centros urbanos, como o município de Águas Mornas, Santo Amaro da Imperatriz e Palhoça, é um manancial superficial de grande importância na região metropolitana da Grande Florianópolis - SC. Além de ser essencial no equilíbrio do ecossistema abrigado, esse manancial é utilizado como fonte de água para abastecimento público na região e deve ter garantida a qualidade de suas águas que estão cada dia mais comprometidas. A população da região no entorno do manancial tem

envolvimento direto com atividade agrícola. Além de receber cargas de efluentes não tratados das residências, a chuva leva em direção ao rio todos os resíduos de agrotóxicos que permeiam as lavouras no seu entorno.

A degradação das águas do rio, do ponto de vista econômico e social, torna o trabalho das Estações de Tratamento cada dia mais dificultoso, em que mais e mais produtos químicos serão necessários para aumentar a eficiência do tratamento, aumentado ainda mais o custo por esse bem tão precioso.

Conforme já previsto por Esteves (2011), para atenuarmos a “crise da água” as únicas alternativas até agora disponíveis são: a recuperação, a preservação e o manejo racional dos recursos de água doce em todo o mundo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Classificar a qualidade da água segundo os ICF e IEF em um trecho do manancial do Rio Cubatão Sul localizado na cidade de Santo Amaro da Imperatriz – SC, baseado em parâmetros físico-químicos e biológicos.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar a presença da comunidade fitoplanctônica (divisões taxonômicas) neste trecho do rio;
- Classificar a qualidade da água neste trecho do manancial de acordo com o Índice de Comunidade Fitoplanctônica (ICF);
- Determinar o grau de trofia neste trecho do manancial através do Índice de Estado Trófico (IET) para o fósforo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A primeira abordagem visando a determinação de indicadores biológicos da qualidade das águas, com bases científicas, foi feita com bactérias, fungos e protozoários na Alemanha por Kolkwitz & Marsson, segundo Arias *et al.* (2007). A esses indicadores biológicos eles chamaram de Índice de Saprobidade. No final da década de 1960, iniciaram-se esforços conjuntos na Europa para testar a aplicabilidade desse índice.

Atualmente, muitos países europeus ainda utilizam metodologias baseadas na mesma filosofia, sendo chamadas de *índices bióticos*. Esses índices consistem em atribuir uma pontuação para cada grupo taxonômico, baseada em sua tolerância ao impacto e o somatório desses valores determina a qualidade da água do local (ARIAS *et al.*, 2007).

Desde a década de 1970, pesquisadores e gestores de recursos hídricos da Europa Ocidental e América do Norte argumentam que as metodologias tradicionais de classificação de águas, baseadas em características físicas, químicas e bacteriológicas, não são suficientes para atender aos usos múltiplos da água, sendo particularmente deficientes na avaliação da qualidade estética, de recreação e ecológica do ambiente (ARIAS *et al.*, 2007).

Segundo Bem, Azevedo e Braga (2009), uma das formas de estimar o grau de degradação de corpos aquáticos é partir da utilização de índices de qualidade. Os Índices de qualidade da água foram propostos visando resumir as variáveis analisadas em um número, que possibilite analisar a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço e que sirva para facilitar a interpretação de variáveis ou indicadores (GASTALDINI e SOUZA, 1994). Os métodos físicos e químicos permitem apenas um conhecimento instantâneo, portanto limitado, das condições da água no momento em que são feitas as medições (DUPONT *et al.*, 2007). Organismos planctônicos, segundo Gentil (2008), funcionam como “sensores refinados das propriedades ambientais” refletindo a dinâmica do ecossistema.

Os corpos hídricos, de maneira geral, estão sendo altamente impactados. A população humana usufrui todos os seus benefícios sem que haja o devido cuidado para mantê-los preservados. A situação tem se agravado devido ao aumento de atividades impactantes, que geram lançamentos de substâncias que afetam o ecossistema, comprometendo a utilização da água (OLIVEIRA, 2012).

A demanda por água aumenta a cada dia. Para que seja distribuída à população, a água deve atender aos Padrões de Potabilidade definidos pelo Ministério da Saúde. No entanto, a saúde do ecossistema aquático também é fundamental para descrever a qualidade da água. As associações fitoplanctônicas, vários estudos já realizados, têm sido apontadas como eficientes indicadores de alterações nos ecossistemas.

A relevância dos estudos ecológicos e sanitários do fitoplâncton em saúde pública deve-se ao fato de que eles atestam a qualidade e possibilitam o monitoramento das águas utilizadas para usos múltiplos, principalmente aqueles ligados diretamente à saúde humana (MATSUZAKI; MUCCI; ROCHA, 2004).

Quanto à poluição ambiental associada, ainda, ao uso de pesticidas é especialmente difícil de ser avaliada, pois os eventos de contaminação obedecem a uma dinâmica espacialmente difusa e temporalmente variável. A biota aquática está constantemente exposta a um grande número de substâncias tóxicas lançadas no ambiente, oriundas de diversas fontes de emissão (ARIAS *et al*, 2007). Dentre os exemplos de degradação, destaca-se o processo de eutrofização artificial, que é o enriquecimento dos corpos d'água por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, provenientes de esgotos urbanos, efluentes de atividades industriais e agropastoris que leva ao aumento da produtividade primária do ambiente aquático (OLIVEIRA, 2012). Esses produtos, quando aplicados sobre os campos de cultivo, podem atingir os corpos d'água, através da água da chuva e da irrigação, ou diretamente através da percolação no solo, chegando aos lençóis freáticos (ARIAS *et al*, 2007).

Diversos processos definem ainda mecanismos básicos de funcionamento destes ecossistemas bem como as condições de vida e de desenvolvimento das comunidades aquáticas, dentre elas o fitoplâncton (TUNDISI; TUNDISI; ROCHA, 2002). *Fitoplâncton* é o termo utilizado para se referir à comunidade de vegetais microscópicos que vivem em suspensão nos corpos d'água e que são constituídos principalmente por algas: clorofíceas, diatomáceas, euglenofíceas, crisofíceas, dinofíceas e xantofíceas e cianobactérias (CETESB, 2009). Segundo Stevenson & Smol (2003), diversos estudos sobre algas como indicadores de qualidade da água foram realizados em várias partes do mundo desde o começo do século passado, tendo nos últimos anos a implantação de muitos programas de monitoramento utilizando o fitoplâncton como um dos principais parâmetros na avaliação ambiental. Os ambientes aquáticos possuem comunidades fitoplanctônicas com variedade, abundância e distribuição próprias que dependem de características abióticas (temperatura, luz, oxigênio dissolvido e concentração de nutrientes) e bióticas (predadores, parasitas, competição) (RODRIGUEZ *et al*, 2012). O elevado desenvolvimento da biomassa no sistema produz impactos significativos na qualidade das águas, turbidez e cor, alteração no sabor e odor, redução de oxigênio dissolvido o que pode ocasionar mortandades de peixes e outros seres vivos e redução da balneabilidade (MOTA, 2006). Qualquer mudança qualitativa e/ou quantitativa na comunidade fitoplanctônica pode ter importante significado para vários componentes do ecossistema e, até mesmo, inviabilizar o uso da água (TUCCI, 2002).

3.1 Índice de Estado Trófico (IET)

Dada a contínua necessidade de interpretar a informação ambiental, diversas metodologias são desenvolvidas, como é o caso dos índices ambientais, os quais transmitem a informação de forma sintética e preservam o significado original fornecido pelos dados (RAMOS, 1996).

Um dos índices utilizados é o Índice do Estado Trófico (IET). Segundo Carvalho (2003), o IET tem por finalidade classificar os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes. O IET foi desenvolvido por Carlson, em 1977, modificado por TOLEDO *et al.* (1983) e TOLEDO (1990) com o objetivo de tornar mais clara a comunicação de estudos

envolvendo a eutrofização e a classificação de corpos aquáticos (BEM; AZEVEDO; BRAGA, 2009).

Segundo Lamparelli (2004), o Índice de Estado Trófico adotado pela CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - é o índice introduzido por Carlson, em 1977. Como as equações de Carlson foram desenvolvidas para ambientes de clima temperado, o metabolismo dos seres vivos difere dos ambientes presentes em ambientes tropicais e subtropicais. Devido a esse fato, no Brasil, Toledo Jr. *et al.*, em 1983, realizaram estudos para adequar, a ambientes subtropicais, as equações desenvolvidas Carlson (BEM; AZEVEDO; BRAGA, 2009). A última alteração do IET para ambientes subtropicais foi realizada por Lamparelli (2004). O resultado é composto pelo Índice do Estado Trófico para a concentração do fósforo total na coluna d'água e concentração de clorofila *a*. Este índice (IET) adota três variáveis: clorofila *a*, transparência (disco de Secchi) e fósforo total, que estimam, independentemente, a biomassa algal (LAMPARELLI, 2004).

As equações abaixo foram utilizadas para o cálculo do IET, de acordo com CARLSON (1977), modificado por TOLEDO *et al.* (1983).

A expressão do índice utilizada é a seguinte:

$$\mathbf{IET = [IET (PT) + IET (CL)]/2}$$

Onde:

IET (PT) = Índice de Estado Trófico para o fósforo

IET (CL) = Índice de Estado Trófico para a Clorofila *a*.

IET, então, representa a média dos dois índices citados acima.

De acordo com o resultado, pode-se classificar o grau de trofia do manancial, segundo CETESB, 2009. A tabela 1 demonstra tal classificação de acordo com o índice.

Tabela1: Classificação de Rios de acordo com o Índice de Estado Trófico – IET.

Classificação do Estado Trófico – Rios	
Estado Trófico	Ponderação
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

Fonte: CETESB, 2009.

Lamparelli (2004) alterou o IET introduzido por Carlson (1977) e modificado por Toledo (1983) para adequar sua utilização em ambientes lóticos.

Por vezes, devido à existência de trechos com alta correnteza, turbidez e concentração de material em suspensão, dificultando a análise confiável da clorofila *a*, considera-se apenas a variável fósforo total (FARAGE *et al.* 2010). No caso de não haver resultados para o fósforo total ou para clorofila *a*, o índice será calculado com o parâmetro disponível e considerado equivalente ao IET (LAMPARELLI, 2004).

O Índice de estado trófico para fósforo total, modificado por Lamparelli (2004), utilizado pela CETESB para rios é calculado conforme descrito abaixo:

$$IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln PT)) / \ln 2)) - 20$$

Onde:

PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água em $\mu\text{g.L}^{-1} \text{P}$;

Ln = Logaritmo natural.

Segundo Barbosa (2010), os resultados correspondentes ao fósforo são tidos como indicadores de eutrofização. Em virtude da variabilidade sazonal dos processos ambientais que têm influência sobre o grau de eutrofização de um corpo hídrico, esse processo pode apresentar variações no decorrer do ano (CETESB, 2015). Ao selecionar ou construir um índice, assim como adotar um parâmetro estatístico, trata-se a informação no sentido de ganhar clareza e

operacionalidade, simplificando a comunicação (RAMOS, 1996). Segundo Bem, Azevedo e Braga (2009) deve-se considerar que, em bacias que possuem uma elevada carga de matéria orgânica, nutrientes, metais e outros poluentes, a aplicação de ferramentas como o IET permite uma avaliação consistente do estado de degradação do corpo aquático.

3.2 Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF)

Esse índice leva em consideração a comunidade fitoplanctônica como parâmetro para avaliar a qualidade da água de um manancial. Em muitos casos, utilizado para avaliação da qualidade da água de reservatórios. O estudo da comunidade fitoplanctônica em rios ainda é pouco discutido no Brasil.

Carvalho (2003), a partir de resultados de seis reservatórios no estado de São Paulo, propôs um índice utilizando a comunidade fitoplanctônica para avaliação da qualidade da água (ICF). Esse índice vem sendo aplicado no monitoramento da qualidade das águas interiores do estado de São Paulo, pela CETESB desde 2002 (CETESB, 2010).

Lamparelli (2004) propôs alterações na métrica do IET para ambientes lóticos, aprimorando sua utilização em rios sendo que o IET aplicado no ICF para rios também foi alterado. Porém, como dinâmica de rios é diferente de reservatórios, a revisão das métricas referentes à composição e densidade do fitoplâncton se faz necessária para adequar a aplicação do Índice da comunidade fitoplanctônica para rios (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Oliveira (2012), a proposta do índice é uma avaliação multimétrica, a partir de atributos como a dominância dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, a densidade total dos organismos e o Índice de Estado Trófico (IET).

Para a determinação de grupos dominantes, considera-se àquelas na qual a densidade apresenta-se maior do que 50% do número total de indivíduos.

Tabela 2: Classificação do manancial de acordo com o Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF

Categoria	Ponderação	Níveis
ÓTIMA	1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1000 org/ml IET ≤ 52
BOA	2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1000 e < 5000 org/ml 52 < IET ≤ 59
REGULAR	3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales) Densidade total > 5000 e < 10000 org/ml 59 < IET ≤ 63
RUIM	4	Dominância de Cianofíceas ou Euglenofíceas Densidade total > 10000 org/ml 63 < IET

Fonte: CETESB, 2009.

3.3 Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos

3.3.1 Temperatura

A temperatura é um fator limitante à vida no ecossistema. Os organismos presentes no ambiente devem estar adaptados à determinada faixa de temperatura para manter o metabolismo, pois, segundo Esteves (2011), ela influencia nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas dos ecossistemas aquáticos. No entanto, oscilações na temperatura da água de rios podem comprometer a vida aquática e a qualidade ambiental (LOCH, 2013).

Este parâmetro sofre influências de inúmeros fatores potencialmente ambientais que o faz variar (IWATA; CÂMARA, 2007). A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2009). Com o aumento da temperatura da água, por exemplo, a concentração de oxigênio dissolvido diminui (BARBOSA, 2010).

Além disso, organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2009).

3.3.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é, também, um fator importante para o metabolismo de espécies, tanto aquáticas quanto terrestres, e para sobrevivência dos seres.

Diversos fatores influenciam no pH da água, incluindo atividade bacteriana, turbulência, constituição química do escoamento superficial continental, efluentes residenciais e industriais (OHREL e REGISTER, 2006). O solo da bacia exerce influência no pH das águas do rio. Geralmente um pH muito ácido em um corpo de água está associado à presença de lançamento de efluentes domésticos, ou ricos em matéria orgânica (LOCH, 2013).

A comunidade fitoplanctônica pode interferir nos valores de pH, através de processos biológicos como a assimilação de CO₂ pela fotossíntese, a respiração e decomposição (ESTEVES, 2011).

3.3.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio é um gás essencial para a manutenção da vida dos organismos. A entrada dele na água pode se dar pelo processo de fotossíntese, além da própria turbulência da água ao longo do curso do rio.

Segundo Oliveira (2012) a temperatura elevada diminui a solubilidade do gás na água. Além disso, o aporte de matéria orgânica pelo escoamento superficial em eventos de chuva também podem contribuir para a queda desse valor. O consumo de OD está relacionado principalmente à decomposição da matéria orgânica, perdas para atmosfera, oxidação de íons metálicos e respiração de organismos aquáticos (LOPES, 2007). Logo, a quantidade de OD na água depende do metabolismo do corpo hídrico. Quando maior a quantidade de matéria orgânica na água, maiores serão os índices de atividade microbiana e, portanto, maior oxigênio será consumido. Essa matéria

orgânica pode ser autóctone ou oriunda de despejos de esgotos domésticos.

As correntes agitam a água e ajudam na incorporação de oxigênio, porém grande quantidade de nutrientes advindos de efluentes residenciais ou lixiviados de cultivos contribui para a redução dos níveis do oxigênio, por causa da eutrofização, podendo chegar a níveis onde a maioria dos seres aquáticos não sobreviveria (OHREL e REGISTER, 2006).

3.3.4 Turbidez

A turbidez é mensurada de acordo com a quantidade de partículas suspensas na coluna d'água. Segundo Reynolds (1996), ela interfere na penetração da luz dentro do ambiente aquático, contribuindo para o crescimento e distribuição das algas planctônicas.

Períodos de chuva podem influenciar na turbidez da água, pois a chuva conduz para dentro do sistema a matéria orgânica do entorno, bem como outros tipos de poluentes, inclusive tóxicos. A alta turbidez, então, pode ser causada por altos níveis de matéria orgânica; esse material é decomposto por bactérias, diminuindo o Oxigênio Dissolvido na água (BARBOSA, 2010).

A elevada turbidez pode interferir no desenvolvimento de plantas presentes nos corpos hídricos e esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2009).

3.3.5 Condutividade

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir acorrente elétrica (CETESB, 2009). É mensurada através da quantidade de íons dissolvidos na água. Quanto maior a quantidade de íons, maior será o valor da condutividade e isso pode indicar alto grau de decomposição de matéria orgânica, sendo um meio de monitorar a poluição do meio (OLIVEIRA, 2012).

A condutividade tende a acompanhar proporcionalmente a salinidade e temperatura da água (OHREL e REGISTER, 2006) e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa

uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

3.3.6 Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo)

O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (VON SPERLING, 2005). Além disso, é um nutriente que potencialmente limita o crescimento de fitoplâncton e a liberação deste composto nos ecossistemas aquáticos produz uma variedade de respostas complexas nos organismos (OLIVEIRA, 2010). O nitrogênio é outro elemento indispensável para a vida no ecossistema aquático. Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos e são caracterizados como macronutrientes, pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas (CETESB, 2009).

Esses nutrientes podem ser encontrados nos ambientes aquáticos naturalmente através da erosão do solo, degradação de matéria orgânica, excreção de animais, carreamento por águas da chuva, composição de microrganismos, entre outras formas. No entanto, ações antrópicas podem agravar a situação e aumentar consideravelmente as quantidades desses nutrientes. Esse aumento está relacionado, principalmente, com o lançamento indevido de efluentes nos corpos d'água. O esgoto sanitário e os detergentes utilizados em limpeza doméstica são ricos em fósforo. Além disso, as águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2009).

Embora sejam necessários ao crescimento e sobrevivência de plantas e outros seres fotossintetizantes, o aumento da concentração de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, nos ecossistemas aquáticos, tem como consequência o aumento de sua produtividade e caracteriza-se como processo de eutrofização (MÜLLER, 2011) que tem como uma das consequências o aumento desenfreado de algas (floração) (BARBOSA, 2010).

Além disso, nas áreas agrícolas, o escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados também contribui para a presença de diversas formas de nitrogênio (CETESB, 2009). O excesso de macronutrientes na

água promove o crescimento exacerbado de algas, especialmente as cianofíceas, ou cianobactérias (OLIVEIRA, 2010).

Quando, em ambientes eutróficos, o crescimento do fitoplâncton passa a ser limitado pela disponibilidade relativa do nitrogênio, há o favorecimento do aparecimento de espécies capazes de fixar o nitrogênio atmosférico (LAMPARELLI, 2004).

Em um corpo d'água, segundo Von Sperling (2005), a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato).

Deve-se lembrar também que os processos de tratamento de esgotos empregados atualmente no Brasil não contemplam a remoção de nutrientes e os efluentes finais tratados lançam elevadas concentrações destes nos corpos d'água (CETESB, 2009).

3.3.7 Coliformes

A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser efetuada de forma indireta, através dos organismos indicadores de poluição fecal, pertencentes principalmente ao grupo de coliformes (VON SPERLING, 2005). Bactérias do grupo Coliformes são mundialmente utilizadas para análise de poluição em águas.

As bactérias desse grupo podem ser subdivididas em Coliformes totais ou Coliformes fecais (ou termotolerantes). O grupo dos coliformes totais engloba espécies de origem não só fecal, que podem ser encontradas naturalmente também no solo, água e plantas (BASTOS *et al.*, 2000).

Para serem considerados bons indicadores de poluição os organismos devem ter origem fecal exclusiva, resistir às adversidades do meio e não se reproduzir no ambiente (BARBOSA, 2010). As principais vantagens dos coliformes como indicadores dão-se ao fato de se encontrarem no intestino humano e animais de sangue quente, sendo estas bactérias eliminadas em grande parte nas fezes (DUPONT *et al.*, 2007)

A *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo de coliformes fecais (termotolerantes), sendo abundante nas fezes humanas e de

animais. É a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal (VON SPERLING, 2005).

3.3.8 Precipitação

Como a chuva é o principal agente regulador dos cursos de água, espera-se que ela seja também uma importante variável a ser considerada em estudos envolvendo a qualidade da água de rios e tributários (SILVA *et al.*, 2008).

A qualidade das águas de uma região é determinada por processos naturais (intensidade das precipitações, intemperismo, cobertura vegetal) e pela influência da interação do homem com a água (DONADIO, 2005). Além disso, a composição iônica da água é determinada também pela composição das rochas, segundo Silva *et al* (2008).

As chuvas têm forte influência na composição das espécies fitoplanctônicas e na biomassa total. A chuva atua como um fator diluidor e, ao mesmo tempo, como um fator de perturbação das comunidades aquáticas (CARVALHO, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no Rio Cubatão Sul no município de Santo Amaro da Imperatriz/SC. A bacia hidrográfica do Rio Cubatão Sul tem grande importância na região, uma vez que abastece cinco municípios da região metropolitana da Grande Florianópolis: Santo Amaro da Imperatriz, Palhoça, São José, Biguaçu e Florianópolis (CASAN, 2002).

A Bacia do Rio Cubatão Sul tem uma extensão aproximada de 738 km², sendo que 342 km² pertencem ao Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), uma área que preserva o bioma Mata Atlântica, um dos mais degradados em todo o país. O PEST é a maior unidade de conservação do estado e ocupa cerca de 1% do território catarinense. Abrange áreas dos municípios de Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí e Paulo Lopes (FATMA, 2015).

O Rio Cubatão Sul atravessa centros urbanos e é de suma importância que estudos sejam realizados para monitoramento das águas desse manancial e a saúde desse ecossistema que se torna vulnerável a medida que nele tem-se despejo de esgotos domésticos, uso indiscriminado de agrotóxicos e substâncias químicas utilizadas nas agriculturas do seu entorno, resíduos sólidos carreados pelas drenagens pluviais, extração de minerais, degradação e até extinção da mata ciliar em vários trechos do rio, entre outros fatores que causam graves impactos nesse ecossistema tão rico e essencial para população.

Essa região onde abriga-se o manancial é física e biologicamente muito importante por abrigar e sustentar uma enorme variedade de espécies (BARBOSA, 2010).

O rio Cubatão Sul é o principal rio desta região, estando sua nascente na localidade do município de São Bonifácio e, tendo como seu afluente principal o rio Vargem do Braço, além dos rios Forquilhas ou Caldas do Norte, Braço do Sertão, Fazenda, Matias e Vermelho (BENTO, 1998).

4.2 Coleta de amostras

As coletas foram realizadas durante o mês de março/2015. Foram realizadas cinco (5) campanhas de amostragens, no período matutino ou vespertino, conforme descrito na tabela 3.

Para cada ponto foram coletados 4 frascos da água amostrada: um frasco com amostra para análises físico-químicas, um frasco devidamente esterilizado para análises bacteriológicas e um frasco para análise fitoplanctônica, além da coleta no frasco de Winkler para análise de oxigênio dissolvido.

Todas as coletas deram-se por arrasto horizontal na superfície do manancial com auxílio de um balde de polipropileno estéril com capacidade de 1500 ml e foram repassadas aos frascos menores no local.

As amostras foram levadas até o laboratório da ETA Cubatão, onde foram realizadas as análises físico-químicas e bacteriológicas.

Tabela 3: Cronograma das coletas.

Mês / Ano	Dia	Hora
Março / 2015	05 – Quinta-feira	10:00
Março / 2015	12 – Quinta-feira	9:00
Março / 2015	19 – Quinta-feira	8:20
Março / 2015	23 – Segunda-feira	8:00
Março / 2015	26 – Quinta-feira	15:00

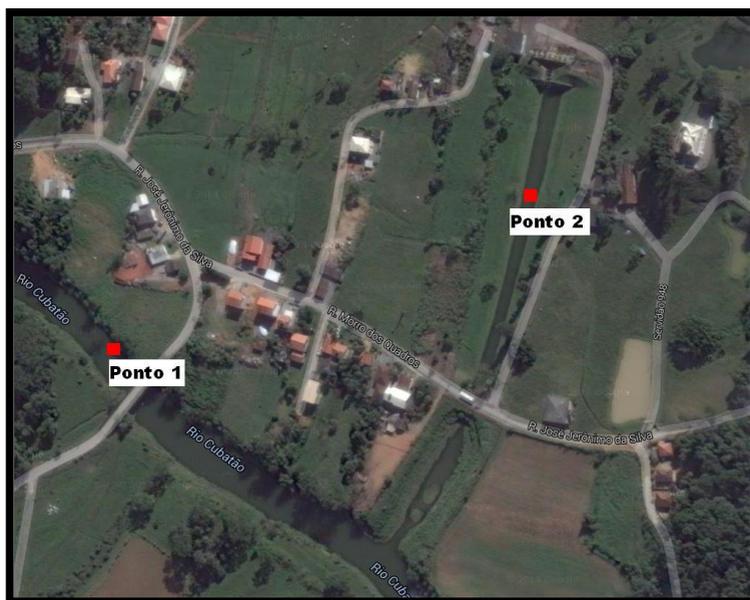
Fonte: O autor.

Foram realizadas análises da água de dois pontos: o primeiro ponto localizado no curso natural do rio Cubatão Sul, próximo à captação de água para abastecimento público realizado pela CASAN, no município de Santo Amaro da Imperatriz/SC, e o segundo ponto localizado em um canal de desvio desenvolvido para o represamento de água desse mesmo rio, onde a captação ocorre. Segundo Lamparelli (2004), pequenos represamentos para a captação de água, modificam características como velocidade e turbidez da água, contribuindo para o desenvolvimento dos organismos planctônicos. O represamento da água altera, por exemplo, o transporte de detritos e nutrientes e a temperatura da água, tendo essa interferência reação direta sobre a biota (MAMÃO, 2012).

Foram coletadas amostras nos dois pontos para fins comparativos. Alguns parâmetros físico-químicos, bacteriológicos e caracterização da comunidade fitoplanctônica foram analisados a fim de relacionar os dados com as possíveis variações de organismos encontrados. Esses parâmetros são: a temperatura da água, pH, Oxigênio Dissolvido, turbidez, Condutividade, Nutrientes (Nitrogênio e Fósforo) e índice de coliformes totais e termotolerantes. Além desses, serão acompanhados durante o período compreendido os índices pluviométricos na região.

Dessa maneira, tornou-se possível, então, a comparação entre esses dois ambientes, quanto à qualidade da água e a biodiversidade de algas encontradas. Os ambientes estão demonstrados na figura 1.

Figura 1. Localização dos pontos de coleta. Ponto 1 – no curso normal do Rio, Ponto 2 – Canal desenvolvido para captação de água.



Fonte: Google Earth, 2015.

4.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas das amostras foram realizadas nos Laboratórios da CASAN, localizados nos municípios de Florianópolis e Palhoça.

Destas análises foram observados parâmetros como: a temperatura e o pH, verificados em um pHmetro da marca *Hach*, modelo sensION+ pH31.

O Oxigênio dissolvido foi verificado por titulação utilizando bureta automática da marca *Tirette*, de acordo com o método de Winkler modificado pela azida sódica.

A Turbidez foi analisada por um turbidímetro da marca *Hach*, modelo 2100Q.

A condutividade foi verificada por um condutivímetro da marca *Quimis*.

Para análise de Fósforo Total foi utilizado um kit TNT 843, da marca *Hach* e seguida a metodologia do fabricante. Para análise do Nitrogênio Total foi utilizado um kit Nitrogen Total Cell Teste, código 14763, da marca *Hach* e seguida a metodologia do fabricante. Para leitura dos resultados das amostras preparadas, utilizou-se um espectrofotômetro da marca *Hach*.

4.4 Análises bacteriológicas

Nas análises bacteriológicas foi verificada a presença de microrganismos do grupo Coliformes. Coliformes totais e Coliformes termotolerantes, como a *E. coli*. Foi adotado o método de *Colilert*, que consiste em detectar a presença de *E. coli* em água potável ou não e quantificar através do Número Mais Provável (NMP) de microrganismos por 100 mL de amostra.

4.5 Análises fitoplanctônicas

As análises quantitativas e qualitativas do Fitoplâncton foram realizadas no Laboratório da CASAN, no Centro Integrado de Operação e Manutenção (CIOM).

As amostras foram coletadas e preservadas com lugol. Para concentração da amostra foi utilizado o método de sedimentação de organismos em câmaras de Utermöhl (10ml) nas quais a amostra preservada é colocada e levada a uma câmara úmida, onde permanece durante 12 horas ou mais (CETESB, 2005). Para análise, então, foi utilizado um microscópio óptico invertido marca Olympus modelo IX51 acoplado com câmara digital e fonte de luz fluorescente.

4.6 Cálculos e Parâmetros para classificação dos Índices

O Índice de estado trófico para fósforo total, modificado por Lamparelli (2004), utilizado pela CETESB para rios é calculado conforme descrito abaixo:

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

Onde:

PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água em $\mu\text{g.L}^{-1}\text{P}$;

Ln = Logaritmo natural.

A classificação utilizada para rios dá-se conforme a tabela 4 para verificação do grau de trofia do manancial.

Tabela 4: Classificação de Rios de acordo com o Índice de Estado Trófico – IET.

Classificação do Estado Trófico – Rios	
Estado Trófico	Ponderação
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$

Fonte: CETESB, 2009.

Para qualificação do manancial através do Índice da Comunidade Fitoplânctônica (ICF), foi utilizada a tabela 5.

Tabela 5: Classificação do manancial de acordo com o Índice da Comunidade Fitoplanctônica - ICF

Categoria	Ponderação	Níveis
ÓTIMA	1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1000 org/ml $IET \leq 52$
BOA	2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1000 e < 5000 org/ml $52 < IET \leq 59$
REGULAR	3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales) Densidade total > 5000 e < 10000 org/ml $59 < IET \leq 63$
RUIM	4	Dominância de Cianofíceas ou Euglenofíceas Densidade total > 10000 org/ml $63 < IET$

Fonte: CETESB, 2009.

Para o cálculo de contagem dos organismos utilizando câmaras de Utermöhl foi considerado o cálculo realizado pelo Manual de Identificação e Contagem de Cianobactérias (CETESB, 2010).

Primeiramente é determinado o Fator de contagem que leva em consideração as dimensões do retículo de Whipple (utilizado de 192 μ m de lado) bem como a área interna da câmara cujo diâmetro interno é igual a 2,6 cm.

Portanto:

$A = \pi R^2$, onde:

A = área da câmara de Utermöhl

R = raio da câmara de Utermöhl

Logo, $A = 3,1416 \times (1,3)^2 = 5,3093 \text{ cm}^2$

O transecto possui 0,0192 cm de largura (lado do retículo de Whipple) por 2,6 cm de comprimento (diâmetro da câmara).

Assim:

$A'' = \text{área do transecto} = 0,0192 \times 2,6 = 0,0499 \text{ cm}^2$

$a'' = \text{área de dois transectos} = 0,0998 \text{ cm}^2$

$v = \text{volume da câmara, utilizada a de } 10 \text{ mL}$

Em uma câmara com volume de 10 mL teremos:

$$F = (A''/a'') / v$$

$$F = (5,3093/0,0998)/10$$

$$\mathbf{F = 5,32}$$

Segundo o manual CETESB, multiplicando-se o fator obtido (5,32) pelo número de organismos encontrados em dois transectos, obtém-se o número de organismos por mL de amostra preservada com lugol. Este procedimento foi aplicado para cada amostra e verificado a densidade de organismos por mL. Foram ainda identificados a presença ou não de grupos dominantes nas amostras. Para calcular dominância de espécie, a sua densidade deve superar 50% do número total de indivíduos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Temperatura

O parâmetro de temperatura da água foi mensurado de acordo com a metodologia descrita e os resultados obtidos estão apresentados no gráfico 1 e na tabela do apêndice A.

A média de temperatura obtida em cada um dos pontos, 24,5°C e 24,2°C para os pontos 1 e 2, respectivamente, não apresentou grandes diferenças. A variação durante o mês teve temperatura mínima de 23,0°C no ponto 1 e máxima de 25,9°C. Já o ponto 2 teve variação mensal com mínima de 22,9°C e máxima de 25,6°C.

Esse parâmetro não é citado em avaliações de qualidade de água pela Resolução nº 357/05 do CONAMA, no entanto, para o fenômeno de estratificação, as temperaturas encontradas podem influenciar na circulação da água e, assim, influenciar também na distribuição de microrganismos no ambiente. Além disso, quanto mais elevada a temperatura, menor a quantidade de oxigênio dissolvido no ambiente.

Segundo Loch (2013), oscilações na temperatura da água de rios podem comprometer a vida aquática e a qualidade ambiental. No entanto, essa baixa oscilação ocorre naturalmente devido à índices pluviométricos ou horário do dia e estação do ano. Nesses casos, a oscilação pode não comprometer o ambiente, já que ocorrem de maneira natural.

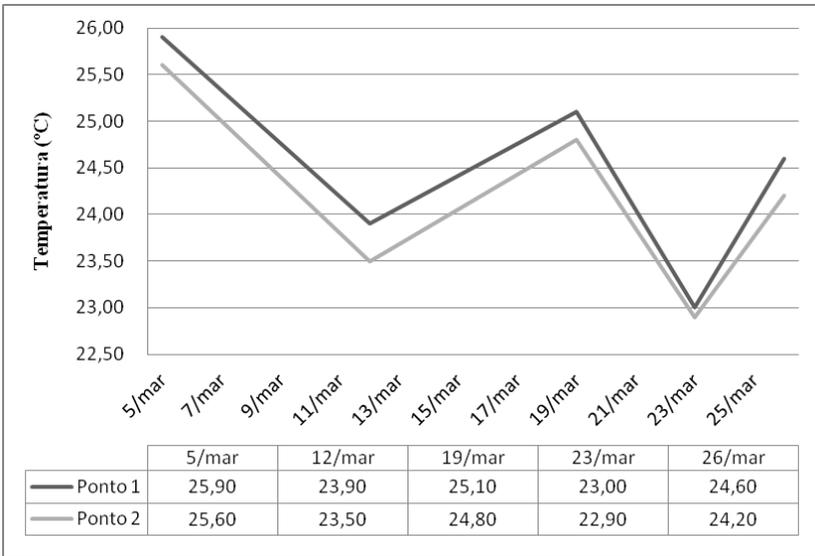


Gráfico 1. Variação apresentada dos valores de temperaturas obtidos nas coletas em março/2015 no Rio Cubatão Sul - SC.

5.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH das amostras apresentou-se com pouca variação. Os pontos 1 e 2 obtiveram valores médios muito próximos com 6,53 e 6,55, respectivamente. No ponto 1 os valores mínimo e máximo foram de 6,22 e 6,76. Já no ponto 2 os valores mínimo e máximo foram de 6,30 e 6,78, conforme gráfico 2 e tabela do apêndice A.

Os valores estão dentro do esperado para ambientes lóticos, apresentando-se em conformidade com a Resolução nº 357/05 do CONAMA. Segundo essa resolução, para rios de classe II são admitidos valores de pH entre 6,0 e 9,0.

Tomazela (2008), ao analisar as águas do Rio Capivari em uma região próxima, Florianópolis – SC, verificou a baixa variação de pH. Esse parâmetro também oscilou entre 6,0 e 7,0 durante o período de análise. O Rio Capivari, considerado por Tomazela (2008) como classe I, apresentou valores muito próximos aos encontrados no Rio Cubatão Sul.

As características geológicas e a constituição química do solo podem interferir na variação do pH. Além disso, algumas influências antrópicas, como o despejo de efluentes, residenciais ou industriais, não tratados ou uso de agrotóxicos e outras substâncias tóxicas podem influenciar na variação deste parâmetro.

Geralmente um pH muito ácido em um corpo de água está associado à presença de lançamento de efluentes domésticos, ou ricos em matéria orgânica (LOCH, 2013).

Em um estudo mais aprofundado no Rio Cubatão Sul, Loch (2013) apresenta dados sobre a variação do pH desse manancial entre 2006 e 2011. Segundo a autora, o pH do Rio apresenta uma variação entre 4,85 (2006) e 7,35 (2010), com média de 6,62. O valor médio apresenta-se muito semelhante ao obtido no presente estudo.

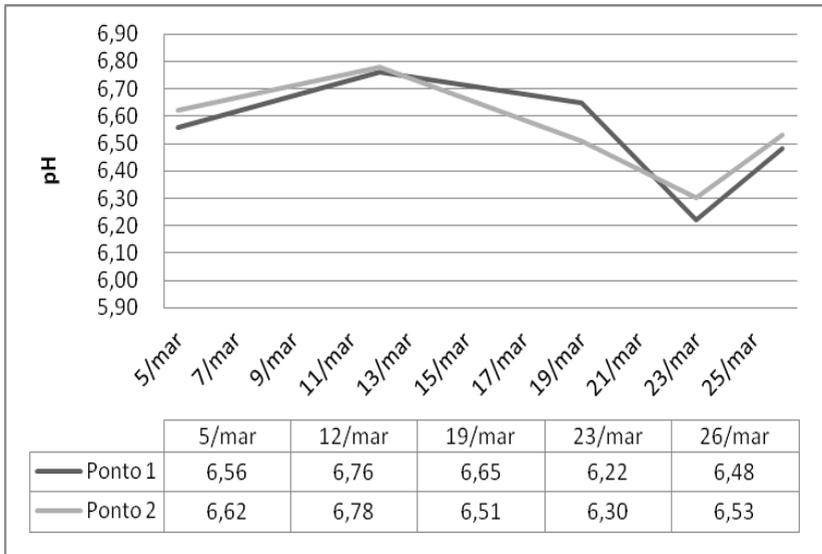


Gráfico 2. Variação apresentada dos valores de pH obtidos nas coletas em março/2015 no Rio Cubatão Sul - SC.

5.3 Oxigênio Dissolvido (OD)

Os valores de oxigênio dissolvido obtidos indicam uma ótima qualidade de oxigenação do manancial, como se pode verificar no gráfico 3.

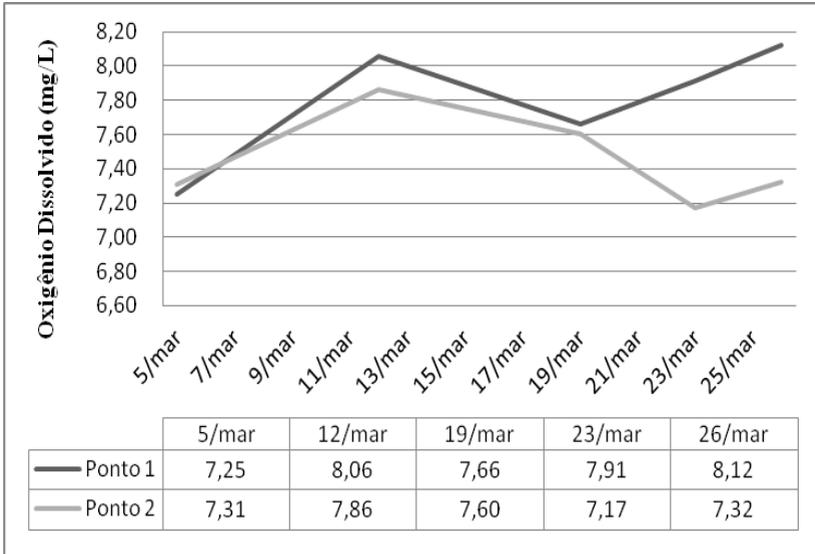


Gráfico 3. Variação apresentada dos valores de Oxigênio Dissolvido obtidos nas coletas em março/2015 no Rio Cubatão Sul - SC.

De acordo com a resolução nº 357/05 do CONAMA, para rios de classe II os valores de OD não podem ser inferiores à 5,0 mg/L em nenhuma das amostras. Como se observa na tabela do apêndice A, o valor mínimo para o Ponto 1 foi de 7,25 mg/L enquanto no Ponto 2 foi de 7,17 mg/L. A média para o Ponto 1 foi levemente superior à média do Ponto 2, 7,80 e 7,45 mg/L respectivamente.

Ao observar os dados coletados, pode-se notar que apenas no ponto 1 houve medida superior à 8,0 mg/L. Pode-se relacionar o fato de que no Ponto 1 seja um local de maior correnteza e vazão, enquanto o Ponto 2 possui suas águas mais represadas.

Segundo Tomazela (2008) ao analisar as águas do Rio Capivari, em Florianópolis – SC, obteve valores de OD entre 2,0 mg/L e 4,0 mg/L, indicando pouca oxigenação no manancial. Segundo o autor, os pontos que apresentaram baixos índices de oxigênio dissolvido evidenciam a presença de bactérias que consomem o oxigênio durante a decomposição da matéria orgânica. Portanto, observa-se que há indícios de contaminação das águas desse rio.

Já no Rio Cubatão Sul, Loch (2013) apresenta um monitoramento de longo prazo para este parâmetro. Entre 2007 e 2010, a autora obteve média de 7,66 mg/L para este mesmo parâmetro no manancial. Portanto, o valor assemelha-se ao encontrado no presente estudo.

Não houve influência de chuvas nas 24 horas que antecederam as coletas. No entanto, a chuva é um dos fatores que podem influenciar na oxigenação da água uma vez que carregam para o rio grandes quantidades de matéria orgânica, aumentando o consumo de oxigênio dos microrganismos para a degradação desses materiais. A temperatura da água também pode influenciar na oxigenação, porém, como citado anteriormente, não houve oscilações na temperatura capazes de alterar de maneira significativa a quantidade de oxigênio na água.

5.4 Turbidez

Os dados de turbidez obtidos apresentam-se no gráfico 4. Para esses dados, houve maior variação durante o período analisado. No entanto, todas as amostras apresentaram valores dentro da conformidade estabelecida pela resolução nº 357/05 do CONAMA. Segundo essa resolução, para rios de água doce de classe II são permitidos valores de turbidez até 100 UNT.

Como se pode observar na tabela do apêndice A, o valor máximo obtido foi no Ponto 1 de 55,00 UNT. Nesse mesmo ponto, o valor mínimo observado foi de 18,00 UNT e a média foi de 37,06 UNT para esse mesmo ponto. Já no ponto 2 foi obtido valores de 43,30 e 14,50 UNT para os valores Máximo e Mínimo, respectivamente. A média foi de 25,90 UNT.

Vários são os fatores que podem influenciar na variação da Turbidez. O índice pluviométrico, por exemplo, é um desses fatores. No entanto, não houve precipitação significativa durante o período de coleta. Dessa forma, é provável que a turbidez não tenha variado por esse fator.

Segundo Barbosa (2010), a alta turbidez pode ser causada por altos níveis de matéria orgânica.

Loch (2013) apresentou um monitoramento de longo prazo no Rio Cubatão Sul e entre 2006 e 2011 obteve uma média para o parâmetro turbidez de 15,98 UNT. No entanto, destaca que ocorre um padrão sazonal de variação com as maiores concentrações observadas nos meses de primavera e verão.

No Rio Cubatão Sul há ocorrência de atividades de mineração ao longo do seu curso. Atividades como essa podem aumentar a quantidade de sólidos suspensos na água, materiais orgânicos e microrganismos na coluna d'água, o que aumentaria também os níveis de turbidez.

Ao analisar índices de turbidez no Rio Capivari, Tomazela (2008) verificou valores baixos, entre 3,47 e 24,50 UNT, classificando o manancial como Rio de classe especial para esse parâmetro.

O parâmetro turbidez é muito vulnerável e influenciado por muitas outras variáveis que podem ser diferentes de acordo com as características de cada ambiente. O Rio Cubatão Sul é um manancial de grande proporção quanto à sua vazão e correnteza, além disso, muita matéria orgânica alóctone presente nos ambientes adjacentes ao Rio pode correr ao manancial e influenciar na medição da turbidez.

No gráfico 4 verifica-se o comportamento da variação da turbidez em cada um dos pontos durante o mês de março de 2015 no Rio Cubatão Sul.

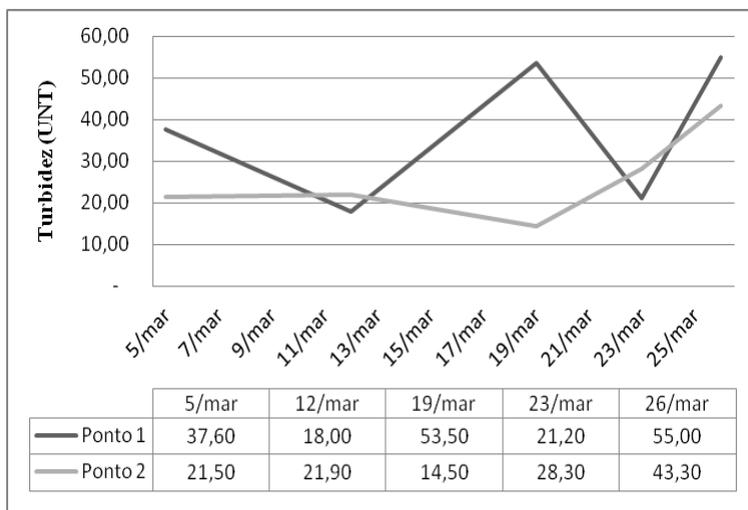


Gráfico 4. Variação da turbidez em março/2015 no Rio Cubatão Sul - SC.

5.5 Condutividade

A condutividade tende a acompanhar proporcionalmente a salinidade e temperatura da água (OHREL e REGISTER, 2006). Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

O gráfico 5 apresenta a variação dos dados obtidos durante o mês de março/2015. Nesse período, não foi identificado nenhum resultado com valor superior à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Segundo Oliveira (2012), quanto maior a quantidade de íons, maior será o valor da condutividade e isso pode indicar alto grau de decomposição de matéria orgânica, sendo um meio de monitorar a poluição do meio.

A condutividade não está relacionada na Resolução nº 357/05 do CONAMA, pois esta orienta que sejam mensurados os constituintes químicos da água de maneira separada uns dos outros.

O gráfico 5 demonstra o comportamento da variação da condutividade.

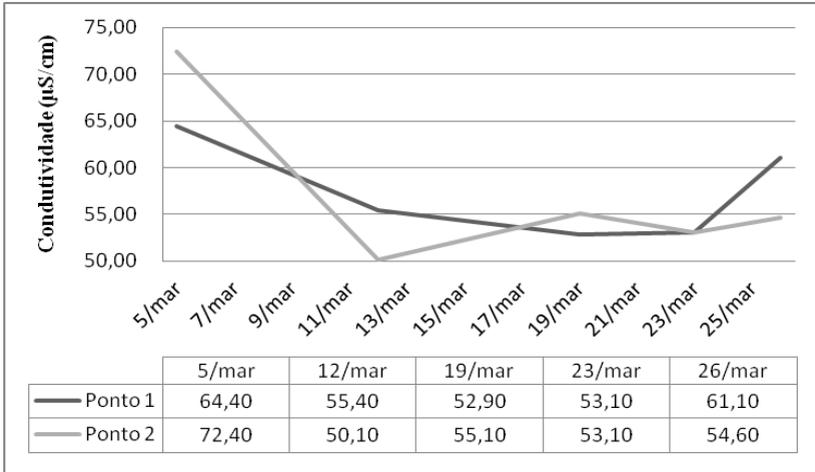


Gráfico 5. Variação da condutividade no período de março/2015 no Rio Cubatão Sul - SC.

5.6 Nutrientes – Fósforo e Nitrogênio Total

Dentre os nutrientes necessários para o desenvolvimento do fitoplâncton, fósforo e nitrogênio são os principais, por serem considerados os que frequentemente limitam o desenvolvimento desta comunidade (REYNOLDS, 1996).

Os valores encontrados para o Fósforo total apresentaram-se dentro dos padrões exigidos pela Resolução 357/2005 do CONAMA. Segundo tal resolução, os valores de fósforo total devem ser menores do que 0,1 mg/L para ambientes lóticos.

Todos os valores, portanto, atendem às expectativas da resolução quanto à classificação do manancial para um Rio de classe II.

No gráfico 6 podem-se perceber os valores encontrados para os dois pontos amostrais, de acordo com as datas das análises. Valores de média, mínima e máxima demonstram a conformidade com o disposto na resolução nº 357/05 do CONAMA.

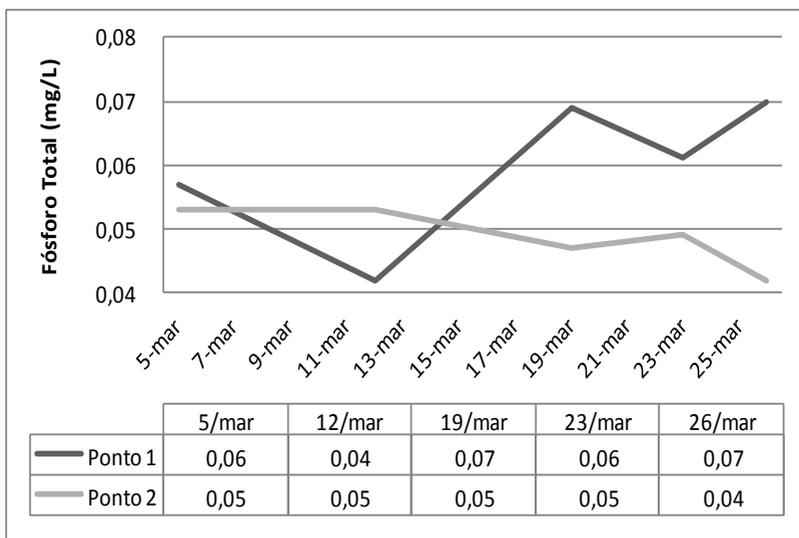


Gráfico 6. Variação do Fósforo Total (mg/L) no Rio Cubatão Sul – SC - em março/2015.

O Fósforo é entendido como um nutriente essencial para a verificação do grau de trofia do manancial.

Segundo Christofidis (2006), o fósforo utilizado nos adubos favorece a proliferação algas e facilita eutrofização das águas. O Rio Cubatão Sul, apesar da grande influência antrópica sobre ele, apresenta baixos índices de fósforo total. Os despejos de esgoto doméstico e a grande quantidade de agrotóxicos utilizados no seu entorno não parecem ser suficientes para causar grandes alterações na qualidade da água. Mesmo com tantos interferentes, o Rio Cubatão Sul demonstra alta capacidade de depuração. Uma das possíveis explicações para esse fato é a elevada vazão do Rio e sua correnteza que fazem com que os nutrientes sejam facilmente diluídos e carreados até a foz.

Ao analisar águas da Bacia do Rio Tietê em São Paulo – SP, Luzia (2009) apresentou valores de Fósforo Total para o Córrego da Água Branca como 0,261 mg/L e 0,2364 mg/L e para o Rio Bauru, pertencente à mesma Bacia, concentrações de Fósforo total de até 0,5746 mg/L. Níveis muito acima dos valores encontrados no Rio Cubatão Sul – SC.

Quanto ao Nitrogênio Total, a Resolução nº 357/05 do CONAMA, aponta que os padrões estabelecidos para o Nitrogênio Total são de até 3,7 mg/L N, para $\text{pH} \leq 7,5$. Portanto, com o pH variando entre 6,0 e 7,0 em todas as amostras e índices de Nitrogênio apresentando valores $< 1,0$ mg/L N, o Rio Cubatão Sul encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA para rios de classe II. Na tabela do apêndice A podem-se verificar os valores encontrados.

Ao analisar águas da Bacia do Rio Tietê em São Paulo – SP, Luzia (2009) apresentou valores de Nitrogênio Total para o Córrego da Água Branca como 17,33 mg/L e 7,34 mg/L para o Rio Bauru, pertencente à mesma Bacia.

Esses números demonstram concentrações elevadas de Nitrogênio e somando com as mesmas condições para o Fósforo Total, pode-se observar alto grau de enriquecimento das águas na Bacia, segundo a autora. Esse fato é um contraponto dos valores obtidos para os mesmos parâmetros no Rio Cubatão Sul, onde os níveis de Fósforo e Nitrogênio Total apresentaram-se abaixo do estabelecido pela Resolução nº 357/05 do CONAMA.

O gráfico 7 mostra a variação do Nitrogênio Total (mg/L) no Rio Cubatão Sul – SC em março de 2015.

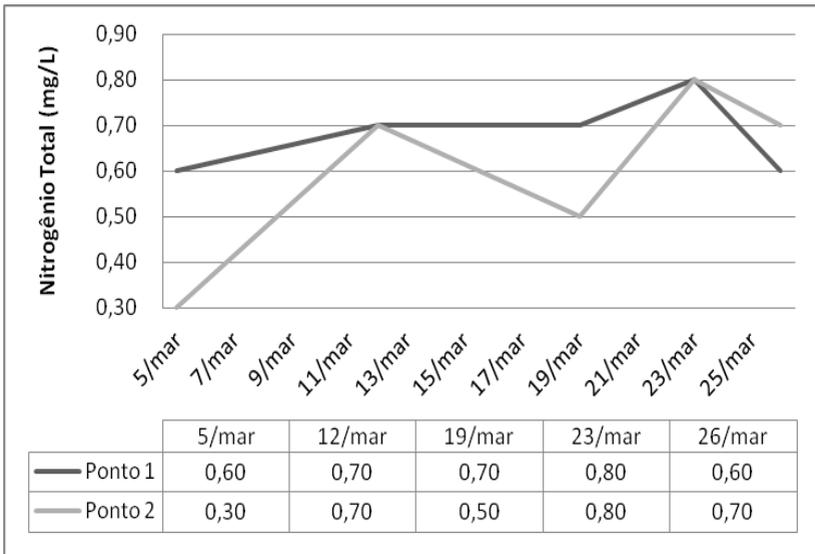


Gráfico 7. Variação do Nitrogênio Total (mg/L) no Rio Cubatão Sul – SC , março de 2015.

5.7 Coliformes Totais e termotolerantes

Todas as amostras analisadas, obtiveram-se valores máximos de detecção para Coliformes totais de 2.419,60 NMP/100 mL. Dessa maneira, entende-se que esse valor ainda possa estar subestimado, assim como ocorreu nos dias 05, 19 e 23/mar para o Ponto 1 e para os dias 05, 12 e 23/mar para o ponto 2 ao ser mensurado coliformes termotolerantes.

Estudos realizados por Bento (1998) demonstram que os dois pontos no manancial apresentaram valores de coliformes muito maiores do que o previsto pela Resolução nº 357/05 do CONAMA para águas de rios classe II, que estabelece que não deva ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano. Conforme a tabela do apêndice A e o gráfico 8, pode-se verificar a presença e a quantidade de coliformes termotolerantes encontradas.

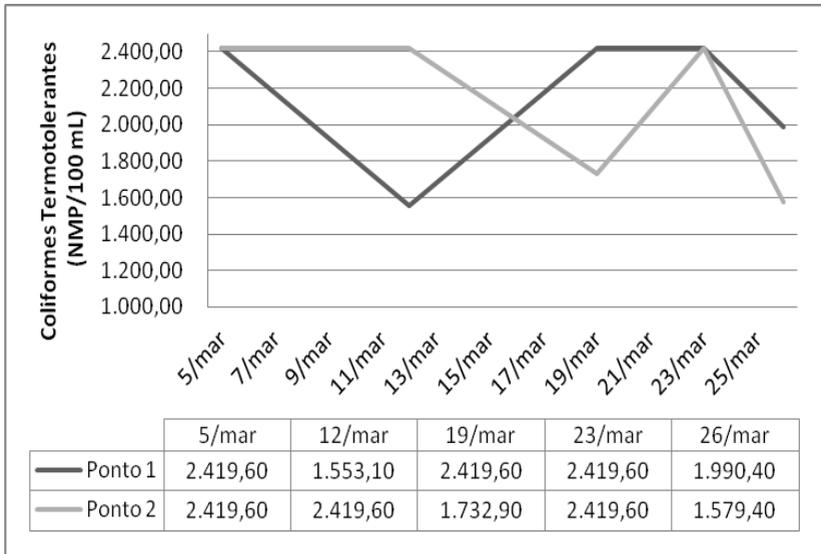


Gráfico 8 – Índices de Coliformes termotolerantes encontrados no Rio Cubatão Sul – SC em março/15.

Coliformes termotolerantes são encontrados em intestinos de animais de sangue quente e como esse grupo de bactérias dificilmente se reproduz em ambientes externos ao intestino de animais, pode-se supor que ocorreu lançamento de esgotos domésticos no Rio Cubatão Sul em momentos que antecederam as coletas.

As análises foram realizadas semanalmente e, em todas as amostras, apresentaram números exacerbados de bactérias do grupo coliforme. Esse caso evidencia que haja despejo de esgoto doméstico com frequência no manancial.

O lançamento de esgotos domésticos não é prejudicial apenas à qualidade da água para abastecimento público. Há também as questões ecológica e ambiental na qual apresenta riscos ao equilíbrio.

Apesar de apresentar quantidades baixas de nutrientes, como fósforo e nitrogênio, as análises demonstraram quantidades altas de bactérias do grupo coliformes.

Estudos realizados por Loch (2013) no Rio Cubatão Sul afirmam que durante os anos de 2006 e 2011, as águas desse manancial apresentaram média de *E. coli* de 2.646,60 NMP/100mL.

Esses valores que ultrapassam o limite estabelecido pela Resolução do CONAMA supracitada demonstram a grave situação de poluição, certamente difusa, no Rio Cubatão Sul por esgotos domésticos. A falta de saneamento agrava ainda mais as condições e qualidade do manancial.

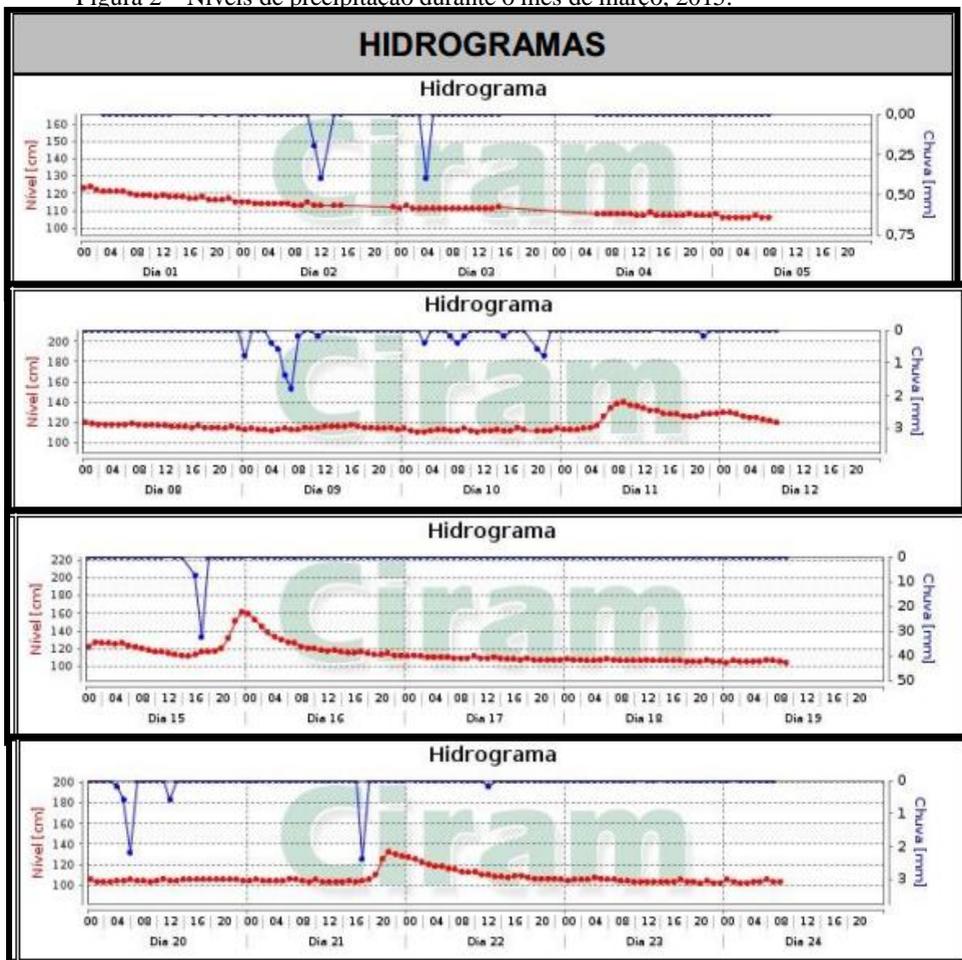
A análise de coliformes termotolerantes demonstra claramente que a poluição e o lançamento desses efluentes não tratados causam graves desequilíbrios ecológico, sanitário, social e econômico. O uso das águas desse manancial se dá de diferentes maneiras e, por isso, deve-se prever estratégias de conservação para que o equilíbrio ecológico seja restabelecido nesse manancial, garantindo assim, o contínuo uso de suas águas.

Os coliformes termotolerantes também indicam que possa haver transmissão de doenças. As doenças de veiculação hídricas estão intimamente relacionadas à deficiente ou ausente estrutura de saneamento básico. O Rio Cubatão Sul, além do abastecimento de água para população, é um manancial utilizado com fins recreativos, como a prática de *rafting* na região, a pesca, caracterizando contato primário. Além disso, suas águas servem para irrigação de lavouras e até mesmo para sedentação de outros animais.

5.8 Índice de precipitação

Não houve interferência de chuvas nas amostras, pois em nenhum dos dias nem tampouco nas 24 horas que antecederam as coletas, ocorreu chuva, como se pode verificar na figura 2.

Figura 2 – Níveis de precipitação durante o mês de março, 2015.



Fonte: Boletim Epagri/Ciram. Disponível em
<http://ciram.epagri.sc.gov.br/images/boletins/boletim_n42_05032015.pdf>
Acesso em: Março/2015.

5.9 Índice de Estado Trófico (IET)

Nesse índice (IET), os resultados correspondentes ao fósforo, IET (PT), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo (CETESB, 2015).

O Índice de estado trófico para fósforo total, modificado por Lamparelli (2004), utilizado pela CETESB para rios é calculado conforme descrito abaixo:

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

Onde:

PT = concentração de fósforo total medida à superfície da água em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

Ln = Logaritmo natural.

Os resultados obtidos para o Fósforo Total apresentados têm como valores: 0,04 mg/L, 0,05 mg/L, 0,06 mg/L e 0,07 mg/L. No entanto, para o ponto 1 a média é de 0,06mg/L e para o ponto 2 a média é de 0,05 mg/L.

Desta forma, para cada valor de fósforo total encontrado, teremos:

Para PT = 0,04 mg /L ou 40 $\mu\text{g.L}$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln 40)) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (3,7)) / 0,69)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 53,21$$

Para PT = 0,05 mg /L ou 50 $\mu\text{g.L}$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln 50)) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (3,90)) / 0,69)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 54,26$$

Para PT = 0,06 mg /L ou 60 $\mu\text{g.L}$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln 60)) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (4,09)) / 0,69)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 55,25$$

Para $PT = 0,07 \text{ mg/L}$ ou $70 \text{ } \mu\text{g.L}$

$IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln 70)) / \ln 2)) - 20$

$IET (PT) = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (4,25)) / 0,69)) - 20$

$IET (PT) = 56,09$

Os valores obtidos encontram-se todos na faixa de valores de $52 < IET \leq 59$, caracterizando-se o manancial, portanto, como mesotrófico para o período correspondente às coletas, conforme a tabela 1.

Bento (1998), utilizando-se do Índice de Margalef, (é um indicador das propriedades estruturais e fisiológicas da comunidade, calculado através da relação $D430/D663$, isto é, a relação entre a densidade óptica de todos os pigmentos (principalmente o amarelo) e o da clorofila a) para verificar o grau de trofia do rio, apresenta o Rio Cubatão Sul como Oligotrófico. Resultado que difere do encontrado no presente estudo em 2015. Deve-se levar em consideração a diferença de método de análise e a distância temporal entre os estudos realizados.

Assim como Farage (2010), o presente trabalho não levou em consideração a análise de clorofila a, pois conduz à subestimação do estado de trofia do ambiente devido à existência de trechos com alta correnteza, turbidez e concentração de material em suspensão.

Segundo Farage (2010), ao analisar o grau de trofia das águas do Rio Pomba – MG - verificou indicativos de eutrofização com tendências à hipereutrofização. Além disso, o autor associou as maiores concentrações de fósforo com os trechos onde o Rio Pomba recebeu despejos de esgotos domésticos.

Na região Nordeste Brasileira, Pereira (2011) analisou o grau de trofia do Rio Corrente dos Matões – PI – e apresentou resultado semelhante, onde o rio apresenta-se entre as categorias de oligotrófico e mesotrófico.

O Rio Cubatão Sul, por sua vez, sendo considerado durante o período de análise como mesotrófico, significa dizer que possui produtividade intermediária e que os níveis avaliados ainda são aceitáveis para as condições de sobrevivência das comunidades biológicas ali encontradas e a manutenção do equilíbrio ecológico do manancial.

5.10 Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF)

Devido às suas velocidades mais altas, em comparação aos lagos e reservatórios, normalmente os rios não conseguem manter uma densa comunidade fitoplanctônica.

As amostras dos pontos 1 e 2 apresentaram algas das seguintes divisões: Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Crysophyta e Cyanobacteria.

Para a aplicação do Índice da Comunidade Fitoplânctônica foi necessário observar se houve dominância de algum grupo. Uma espécie pode ser considerada dominante quando o número de indivíduos existentes supera o número de indivíduos de outras espécies. Para calcular dominância de espécie, a sua densidade deve superar 50% do número total de indivíduos.

Os organismos encontrados encontram-se na tabela 6.

Tabela 6. Organismos encontrados durante as coletas de amostras do Rio Cubatão Sul no mês de março de 2015.

Ponto 1		
Data da coleta	Organismos encontrados	Grupo Dominante (50% +1)
05/mar	3 Chlorophyta / 3 Bacillariophyta	Sem dominância
12/mar	4 Chlorophyta / 2 Bacillariophyta	Chlorophyta
19/mar	3 Chlorophyta / 1 Cryptophyta	Chlorophyta
21/mar	3 Chlorophyta / 5 Bacillariophyta	Bacillariophyta
26/mar	2 Chlorophyta / 3 Bacillariophyta	Bacillariophyta

Ponto 2		
Data da coleta	Organismos encontrados	Grupo Dominante (50% +1)
05/mar	2 Bacillariophyta	Bacillariophyta
12/mar	1 Chlorophyta / 8 Bacillariophyta / 1 Euglenophyta	Bacillariophyta
19/mar	2 Chlorophyta / 2 Cryptophyta	Sem dominância
21/mar	1 Chlorophyta / 9 Bacillariophyta / 1 Chrysophyta	Bacillariophyta
26/mar	1 Chlorophyta / 3 Bacillariophyta	Bacillariophyta

Fonte: O autor.

Utilizando o Fator de Contagem, já dimensionado de $F = 5,32$, segundo o manual de identificação e contagem de cianobactéria da CETESB (CETESB, 2010), multiplica-se o fator obtido (5,32) pelo número de organismos encontrados em dois transectos, então, obtém-se o número de organismos por mL de amostra preservada com lugol. Este procedimento foi aplicado para cada amostra e verificado a densidade de organismos por ml. Foram ainda identificados a presença ou não de grupos dominantes nas amostras.

Tabela 7. Densidade de organismos encontrados nas amostras coletadas durante o mês de março/2015 no Rio Cubatão Sul.

Ponto 1		
Data da coleta	Densidade de org/ml	Grupo Dominante
05/mar	37,24 org/ml	Sem dominância
12/mar	37,24 org/ml	Chlorophyta
19/mar	21,28 org/ml	Chlorophyta
21/mar	42,56 org/ml	Bacillariophyta
26/mar	26,60 org/ml	Bacillariophyta

Ponto 2		
Data da coleta	Densidade de org/ml	Grupo Dominante
05/mar	10,64 org/ml	Bacillariophyta
12/mar	53,20 org/ml	Bacillariophyta
19/mar	21,28 org/ml	Sem dominância
21/mar	58,52 org/ml	Bacillariophyta
26/mar	21,28 org/ml	Bacillariophyta

Fonte: O autor.

No ponto 1, conforme a tabela 7, na primeira coleta, realizada no dia 05 de março de 2015, não houve dominância de grupo. Porém, nas duas coletas seguintes (dia 12 e dia 19 de março) o grupo

Chlorophyta possuiu mais de 50% dos organismos encontrados, caracterizando como dominante. Da mesma maneira, nas duas ultimas coletas realizadas (dia 21 e dia 26 de março) o grupo Bacillariophyta apresentou-se dominante. Contudo, a densidade de org/ml de amostra analisada não atingiu 1000. Dessa forma, considerando a média dos valores para o Fósforo total neste ponto, de 0,06 mg/L, o IET (PT) em P1 = 55,25, e uma densidade de organismos < 1000 org/mL. Assim, com características entre duas categorias, podemos classificar as águas nesse ponto entre Boa e Ótima, de acordo com o ICF. A tabela 2 indica as categorias para a classificação do manancial.

Para o Ponto 2, onde a água permanece por algum tempo represada e observa-se uma quantidade menor de correnteza, pode-se notar um grupo dominante, Bacillariophytas ou Diatomáceas. No entanto, não se observa densidade maior do que 60 org/ml. O valor máximo atingido foi de 58,52 org/ml. Considerando a média dos valores para o Fósforo total neste ponto, de 0,05 mg/L, o IET (PT) em P2 = 54,26, de acordo com a classificação do ICF, nesse ponto (P2) a qualidade do manancial pode ser determinada, como BOA.

Segundo TRAIN *et al.*(2000), ao estudar um canal lateral do Alto Rio Paraná, sul do Brasil, obteve resultados semelhantes quanto às duas divisões com maior número de indivíduos encontrados, Chlorophytas e Bacillariophytas.

Em estudo realizado nos rios do Estado de São Paulo – SP, Oliveira (2012), encontrou resultados semelhantes ao presente estudo onde Chlorophytas e Bacillariophytas apresentaram maior ocorrência.

Esses organismos são considerados comuns em ambientes lóticos principalmente por viverem presos à substratos. Dessa forma, turbidez elevada e turbulência na água, pode fazer com que esses organismos retornem à coluna d'água e estejam presentes em estudos de fitoplâncton de rios, onde a correnteza torna o ambiente mais turbulento por natureza.

Por se tratar de um ambiente lótico, cuja hidrodinâmica favorece o desprendimento desses organismos dos substratos em que se mantém, considera-se esta uma situação normal onde as Bacillariophytas aparecem em maior proporção seguidas do segundo maior grupo, proporcionalmente, as Chlorophytas. Esse último grupo também é bastante comum, como relata Oliveira (2012), principalmente por apresentarem, em sua maioria, adaptações evolutivas cujas funções sejam de fluatibilidade. Dessa maneira, esses organismos conseguem manterem-se mais próximos à superfície e, conseqüentemente, captar luminosidade solar com maior facilidade.

Assim analisando, percebem-se Bacillariophytas como grupo dominante nesse trecho do Rio Cubatão Sul. Considerando o IET (PT) em P1 = 55,25 e o IET (PT) em P2 = 54,26, e levando em consideração as Bacillariophytas como grupo dominante, pode-se classificar a água do manancial como BOA no trecho estudado, de acordo com a tabela 2.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Rio Cubatão Sul, embora localizado em uma área cada vez mais degradada e esteja constantemente sofrendo com a urbanização no seu entorno, demonstrou alto poder de autodepuração. Suas águas, mesmo recebendo dejetos domésticos, ainda conseguem manter-se com boa qualidade.

Segundo o Índice da comunidade fitoplanctônica, as águas do trecho estudado podem ser consideradas Boa para o mês que foram realizadas as campanhas amostrais.

Para verificar o grau de trofia do ambiente, foi observado que o manancial pode ser classificado como mesotrófico, ou seja, ambiente de produtividade intermediária.

Segundo Goulart e Callisto (2003),

A única maneira efetiva de se garantir a sustentabilidade dos recursos naturais utilizados pelo homem é através da preservação das características naturais dos ecossistemas aquáticos. Neste sentido, o monitoramento ambiental funciona como uma ferramenta fundamental da sociedade, através do qual pode-se avaliar o estado de preservação e/ou grau de degradação dos ecossistemas, fornecendo subsídios para a proposição de estratégias de conservação de áreas naturais e planos de recuperação dos ecossistemas degradados.

A solução mais eficiente para a manutenção do equilíbrio ecológico e sanitário encontrada até hoje continua sendo a preservação dos nossos mananciais.

A qualidade das nossas águas e de toda a vida aquática depende de toda a sociedade que, de alguma maneira, direta ou indiretamente usufrui dos Rios. Seja de maneira recreativa, com fins lucrativos, para sobrevivência, ou qualquer outra maneira que seja. Cabe à toda sociedade a responsabilidade de manter os ambientes aquáticos em equilíbrio ecológico.

Segundo o Art 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988,

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

REFERÊNCIAS

ARIAS, Ana Rosa Linde *et al.* Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, n. 12, p.61-72, jul. 2007.

BARBOSA, Renata Pasini. **Aplicação do Índice de proteção da Vida Aquática (IVA) ao Sistema estuarino da Baía de Vitória**. 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

BASTOS, R. K.X.; BEVILACQUA, P. D.; NASCIMENTO, L. E.; CARVALHO, G. R.M.; SILVA, C. V. **Coliformes como indicadores da qualidade da água. Alcance e limitações**. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre. Anais. ABES, Ref. II-018. 2000.

BEM, Carla Cristina; AZEVEDO, Júlio César Rodrigues de; BRAGA, Maria Cristina Borba. Aplicação e análise dos Índices de Estado Trófico - IET: Estudo de caso do lago Barigui. In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Campo Grande: ABRH, 2009. p. 1 - 13.

BENTO, A. P., PANITZ, C. M. N. O emprego da comunidade perifítica como indicador biológico da qualidade das águas da microbacia do baixo Cubatão e da Estação de Tratamento de água (ETA) de Florianópolis, SC. **Simpósio Internacional sobre gestão de recursos hídricos**. Gramado, RS, 1998.

BEYRUTH, Z. **Comunidade fitoplantônica da represa de Guarapiranga: 1991-1992**. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado). Faculdade de Saúde Pública, USP, 191 p.

BUSS, Daniel F.; OLIVEIRA, Renata B.; BAPTISTA, Darcílio F.. Monitoramento Biológico de Ecossistemas aquáticos continentais. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p.339-345, mar. 2008.

CARVALHO, Maria do Carmo. **Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios do estado de São Paulo**. 2003. 137 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saúde Pública, Departamento de Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CASAN. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Expedição ao Rio Cubatão**. Florianópolis, 2002. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/expedicao-ao-rio-cubatao#0>> Acesso em: 12 nov. 2014.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Índice de Estado Trófico. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>> Acesso em 21 de abril de 2015.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Norma Técnica L5.303. **Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo: método de ensaio**. São Paulo. 2005

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. Série Relatórios. Apêndice A: **Significado Ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo. 2009.

CHRISTOFIDIS, Marina. **O enquadramento participativo de corpos d'água como um instrumento da gestão de recursos hídricos com aplicação na bacia do rio Cubatão sul - sc**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Gestão Ambiental em Bacias Hidrográficas e Unidades de Conservação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CONAMA. Constituição (2005). Resolução nº 357, 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 Dá Outras Providências.**

DONADIO, N.M.M.; GALBIATTI, J.A.; PAULA, R.C.de. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil.** Revista de Engenharia Agrícola de Jaboticabal, Jaboticabal, SP. Vol.25, n.1, p.115-125, 2005.

DUPONT, Adriana *et al.* Avaliação da qualidade da água do Arroio do Couto, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p.56-74, jan. 2007.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos em Limnologia.** São Paulo: Interciência, 2011.

FARAGE, José de Alencar Pinto et al. Determinação do índice de Estado trófico para fósforo em pontos do Rio Pomba. **Revista de Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 4, p.322-329, jul. 2010.

FATMA. Fundação do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.fatma.sc.gov.br/conteudo/parque-estadual-da-serra-do-tabuleiro>> Acesso em: 29 mar. 2015.

GASTALDINI, M. C. C.; SOUZA, M. D. S. **Diagnóstico do Reservatório do Vacacaí – Mirim através de Índices de Qualidade de Água.** 1º Seminário sobre Qualidade de Águas Continentais no Mercosul, Porto Alegre, RS. 1994.

GENTIL, R. C., TUCCI, A., SANT'ANNA, C. L. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. **Hoehnea** 35(2): 265-280. 2008.

GOULART, Michael Dave C.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da Fapam**, Minas Gerais, v. 1, n. 2, p.1-9, jan. 2003.

IWATA, Bruna de Freitas; CÂMARA, Flôr de Maria Mendes. Caracterização ecológica da comunidade Fitoplanctônica do rio Poti na cidade de Teresina no ano de 2006. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2., 2007, João Pessoa. **Congresso de Pesquisa e Inovação da rede Norte Nordeste de Educação tecnológica**. João Pessoa: Connepi, 2007. p. 1 - 9.

LAMPARELLI, Marta Condé. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 238 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos, Ciências, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LOCH, J. **Avaliação da qualidade das águas do Rio Cubatão e do Rio do Braço**. Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

LOPES, A. G. D. **Estudo da comunidade fitoplanctônica como bioindicador de poluição em três reservatórios em série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), São Paulo, SP**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Publica da USP. 2007.

LUZIA, A. P. **Estrutura Organizacional do Fitoplâncton nos sistemas lóticos e lênticos da bacia do Tietê-Jacaré (UGRHI-Tietê-Jacaré) em relação à qualidade da água e estado trófico**. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos. 2009.

MAMÃO, Mônica Alves. **Ecologia do Fitoplâncton de um rio tropical (Rio São Mateus, ES)**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Biodiversidade Tropical, Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Es, 2012.

MATSUZAKI, Mayla; MUCCI, José Luiz Negrão; ROCHA, Aristides Almeida. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 5, n. 38, p.679-686, mar. 2004.

MOTTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. ABES. 4 ed. Rio de Janeiro, RJ. 2006.

MÜLLER, C. C. **Confiabilidade analítica dos ensaios qualitativos de fitoplâncton para o monitoramento eficiente da qualidade dos mananciais**. Tese de doutorado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2011.

OHREL, R L., Jr.; REGISTER, K. M. **Volunteer Estuary Monitoring: A Methods Manual**. Second Edition. The Ocean Conservancy and EPA, Washington, DC, 2006.

OLIVEIRA, M. T. **O fitoplâncton como instrumento de biomonitoramento da qualidade da água do Reservatório de Cachoeira Dourada – Rio Paranaíba – GO/MG**. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos. 2010.

OLIVEIRA, A. T. R. A. **Comunidade fitoplanctônica no monitoramento de rios do estado de São Paulo**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP. 2012.

RAMOS, Tomas Augusto Barros. **Sistemas de indicadores e índices de qualidade da água e sedimento em zonas costeiras**. 1996. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências das Zonas Costeiras, Universidade de Aveiro, Portugal, 1996.

REBOUÇAS, Aldo da C.. **ÁGUA E DESENVOLVIMENTO RURAL. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 43, n. 15, p.327-344, set. 2001.

REYNOLDS, C. S. Algae. In: Geoffrey Petts & Peter Calow (eds.) **River Biota: Diversity and Dynamics**. Blackwell Science, pp. 6-26. 1996.

RODRIGUEZ, M. T. R.; MÜLLER, C. C.; CYBIS, L. F. Monitoramento do fitoplâncton para a qualidade da água de abastecimento público – Estudo de caso de mananciais do Rio Grande do Sul. RBRH – **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol 17 n.2 – Abr/Jun 2012, 203-211.

SALDANHA, P. C. **Avaliação ambiental através da utilização do fitoplâncton.** Estudo de caso: Ilha Guaíba – Mangaratiba – RJ. Dissertação de Mestrado – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2008.

SILVA, A. E. P., ANGELIS, C. F., MACHADO, L. A. T., WAICHAMAN, A. V. **Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus.** In: ACTA Amazonica. Vol. 38(4): 733 – 742. 2008

TOLEDO Jr., A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E.G. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais** in Anais do 12º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Camboriú, 34p. 1983.

TOMAZELA, Danilo Prado. **Monitoramento espacial e temporal de parâmetros físicos, químicos e biológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Capivari (Norte da Ilha de Santa Catarina).** 2008. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Sc, 2008.

TRAIN, S., OLIVEIRA, M. D., QUEVEDO, M. T. **Dinâmica sazonal da comunidade fitoplanctônica de um canal lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil).** In: Acta Scientiarum 22(2):389-395, 2000.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Editora UFMG – 3ª Ed. Minas Gerais. 2005.

