



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

VICTOR ADOLPHO MACHADO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA LAGOA COSTEIRA:
“LAGOA DAS CAPIVARAS” GAROPABA - SC**

Palhoça
2019

VICTOR ADOLPHO MACHADO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA LAGOA COSTEIRA:
“LAGOA DAS CAPIVARAS” GAROPABA - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Elisa Helena Siegel Moecke, Dr^a.

Palhoça

2019

VICTOR ADOLPHO MACHADO

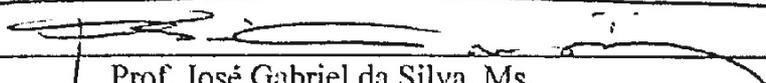
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM UMA LAGOA COSTEIRA:
"LAGOA DAS CAPIVARAS" GAROPABA - SC**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina.

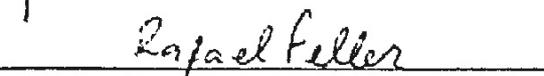
Palhoça, 19 de novembro de 2019.



Professor orientador Elisa Helena Siegel Moecke, Dr^a.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. José Gabriel da Silva, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Eng. Rafael Feller, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família, que me proporcionou, sempre, uma vida maravilhosa pela qual tenho eterna gratidão, me permitindo evoluir constantemente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Jorge Edi Rosa Machado e Vera Regina Adolpho Machado por estarem sempre ao meu lado, cobrando, apoiando e incentivando, nunca permitindo que falte o amor e me guiando para que eu alcance a evolução que tanto se busca nessa passagem mundana.

Agradeço à minha irmã, Amanda Machado Fonseca, por ser meu exemplo de sucesso e felicidade, uma inspiração para batalhar a vida e, junto aos meus pais, constitui a família mais linda que Deus poderia me conceder.

Agradeço à todos meus amigos e familiares, que contribuíram para o ser que me tornei, me proporcionando experiências de vida.

Agradeço à todos os professores que passaram em minha vida, dentro e fora de salas de aula, em especial minha orientadora, Dra. Elisa Helena Siegel Moecke, pela atenção e paciência, o conhecimento que compartilharam comigo é um bem precioso que ninguém pode nos tirar.

“Deixe o futuro dizer a verdade e avaliar cada um de acordo com seu trabalho. O presente é deles, o futuro, pelo qual eu realmente trabalhei, é meu.” (Nikola Tesla).

RESUMO

A Lagoa das Capivaras é uma lagoa costeira, localizada no Centro do município de Garopaba, estado de Santa Catarina. Durante anos a lagoa vem sofrendo degradação pela ação antrópica. No ano de 2017, a lagoa passou por ações de recuperação de sua área, através da limpeza e reconstituição das margens, remoção de vegetação invasora e sobrenadante, eliminação de despejos clandestinos de efluentes domésticos, transformando este ambiente que, atualmente é uma opção turística, de notável beleza paisagística, possibilitando a utilização de seu espaço para o recebimento da população e eventos em seu entorno. No entanto, este ambiente ainda se encontra fragilizado por conta de seu histórico de degradação e a manutenção e proteção de sua qualidade é de fundamental importância para que o mesmo possa retomar algumas de suas funções ecológicas na busca de um equilíbrio ecológico, ainda que diferente do original, através do monitoramento e avaliação da qualidade do corpo hídrico. Além disso, a preservação da Lagoa das Capivaras é uma questão de saúde pública, tendo em vista que é um ambiente freqüentado por quem busca lazer e diversão. Levando-se em conta esta problemática, este estudo avaliou a qualidade da água mensalmente, durante os meses de agosto, setembro e outubro, através da coleta e análise das águas em 3 pontos distintos da lagoa. Foram analisados os parâmetros necessários para calcular o Índice de Qualidade das Águas (IQA) com base na resolução CONAMA 357/05. O IQA classificou a água na categoria “Boa” e de acordo com o CONAMA 357/05 a água se enquadra como classe 4, em função das elevadas concentrações de fósforo total. A análise de seus parâmetros confirmou a presença de efluentes domésticos e um estado eutrófico, principalmente pelas concentrações de *Escherichia coli*, nitrogênio e fósforo total.

Palavras-chave: Índice de Qualidade das Águas, Recuperação Ambiental, Lagoas Costeiras

ABSTRACT

Lagoa das Capivaras is a coastal lagoon located in the center of the municipality of Garopaba, state of Santa Catarina, which has been continuously degraded for years by human actions. In 2017, the lagoon underwent recovery of its areas through cleaning and reconstitution of the banks, removal of invasive vegetation and supernatant, elimination of clandestine discharges of domestic effluents, transforming this environment, which is currently a tourist option. remarkable landscape beauty, allowing the use of your space receiving people and events in your surroundings. However, this environment is still weakened due to its degradation history and to evaluate and monitor its quality is of fundamental importance so that it can resume some of its ecological functions and reach a balance, albeit different from the original, through maintenance and protection. Moreover, it is a matter of public health, given that it has become an environment frequented by people seeking leisure and fun. Thus, this study evaluated the water quality monthly during the months of August, September and October, by collecting and analyzing the water in 3 different points of the lagoon. The parameters required to calculate the Water Quality Index (IQA) based on CONAMA resolution 357/05 were analyzed. The IQA classified the water in the category "Good" and the analysis of its parameters confirmed the presence of domestic effluents and a eutrophic state, mainly by the concentrations of Thermotolerant Coliforms, nitrogen and total phosphorus.

Keyword: Water Quality Index, Environmental Recovery, Coastal Lagoon

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Lagoa das Capivaras antes da recuperação (a) e depois das ações de recuperação (b)	18
Figura 2 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas	20
Figura 3 - Localização do Município de Garopaba - SC	29
Figura 4 - Lagoa das Capivaras	30
Figura 5 - Lâmina d'água antes da recuperação (a) e depois da recuperação (b)	30
Figura 6 - Tubulação de drenagem urbana ao Sul da lagoa/ possível contaminação por esgoto	31
Figura 7 - Possível contaminação por esgoto doméstico	31
Figura 8 - Pontos de Coleta de Amostras de Água	32
Figura 9 - Extravasor.....	33
Figura 10 - Ponto Norte.....	33
Figura 11 - Dados Pluviométricos	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do IQA.....	21
Tabela 2 - Resultados dos Parâmetros Analisados	38
Tabela 3 - Limites Resolução CONAMA 357/05 e classificação dos parâmetros analisados.	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVO GERAL	14
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	LAGOAS COSTEIRAS	15
3.1.1	Principais características das lagoas costeiras	15
3.1.2	A Importância Ecológica das Lagoas Costeiras	16
3.1.3	Principais Impactos Ambientais sobre as Lagoas Costeiras	17
3.2	LAGOA DAS CAPIVARAS	17
3.2.1	Recuperação Ambiental da Lagoa das Capivaras	17
3.3	MUNICÍPIO DE GAROPABA	18
3.4	ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	19
3.5	PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	21
3.5.1	Oxigênio Dissolvido	21
3.5.2	Turbidez	22
3.5.3	Sólidos Totais	22
3.5.4	Temperatura	22
3.5.5	pH	23
3.5.6	Nitrogênio	23
3.5.7	Fósforo	23
3.5.8	Coliformes Termotolerantes	24
3.5.9	Demanda Bioquímica de Oxigênio	24
3.6	EUTROFIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA	25
3.7	LEGISLAÇÃO	25
3.7.1	Lei 9.985/00 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza	25
3.7.2	Lei 7.661/88 – Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	26
3.7.3	Resolução CONAMA 357/05	26
3.7.4	Resolução CONAMA 274/00	28
4	MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1	LOCAL DE ESTUDO	29
4.2	PONTOS DE COLETA	32
4.3	COLETAS	34

4.4	PARÂMETROS ANALISADOS.....	34
4.4.1	Temperatura	34
4.4.2	OD.....	34
4.4.3	<i>Escherchia coli</i>	35
4.4.4	Fósforo Total	35
4.4.5	Nitrogênio Total	35
4.4.6	DBO	35
4.4.7	pH	35
4.4.8	Sólidos Totais	36
4.4.9	Turbidez	36
4.5	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	36
4.6	CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO CONAMA 357/05	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
5.1	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DO IQA NAS DIFERENTES DATAS DE COLETA	37
5.1.1	<i>E. coli</i>	39
5.1.2	pH	39
5.1.3	Nitrogênio Total	39
5.1.4	Fósforo Total	39
5.1.5	Turbidez e Sólidos Totais.....	40
5.1.6	Oxigênio Dissolvido.....	40
5.1.7	Temperatura	40
5.2	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA.....	41
5.3	DADOS PLUVIOMÉTRICOS	41
5.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357 DE 2005.....	42
5.5	AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	42
5.6	MEDIDAS MITIGADORAS E MELHORIAS A SEREM IMPLEMENTADAS NAS POLÍTICAS AMBIENTAIS DO MUNICÍPIO	44
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
7	TRABALHOS FUTUROS	48
	REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente tem ganhado considerável atenção por parte da sociedade, bem como das autoridades, na história recente do planeta Terra. Com o desenvolvimento da ciência e os estudos realizados a partir disso, permitiu-se compreender alguns processos ecológicos que ocorrem neste planeta e a interação do homem com estes. Com a percepção e divulgação da causa ambiental sendo consolidada, novas políticas passaram a ser implementadas em todo o mundo, colocando o meio ambiente natural em um patamar de importância para a humanidade e gerando demandas de preservação e conservação do mesmo.

Mesmo diante de um cenário legal que protege os recursos naturais, através da idéia do desenvolvimento sustentável, as ações antrópicas afetam direta e indiretamente o meio ambiente que tem suas funções naturais alteradas, reduzidas e até mesmo suprimidas definitivamente. A recuperação de áreas que foram e vêm sendo degradadas é um desafio para os sistemas de gestão ambiental que conduzem as questões ambientais em todo o mundo. Segundo o artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988), o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos, “bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” e sua preservação e defesa é dever do poder público bem como da coletividade.

No Brasil, grandes esforços em educação ambiental são tentativas de mudanças nos hábitos de uma sociedade com uma cultura popular onde degradar o meio ambiente, mesmo sendo ilegal, faz parte do cotidiano de muitas localidades, causando prejuízos nos âmbitos econômico, social e ambiental, dificultando as tentativas de recuperação e preservação da natureza.

A água é uma das questões mais importantes quando se trata de recursos naturais, tendo em vista sua importância para a vida, suas funções ecológicas, os serviços que se pode obter dos recursos hídricos e os impactos que eles vêm sofrendo com a ação do homem.

Segundo Mariano (2010) as áreas estuarinas, locais de transição entre águas continentais e águas marinhas, estão entre as mais afetadas pelas ações antrópicas. Segundo o IBGE (2000), o litoral brasileiro representa as áreas mais intensamente povoadas do país.

Em conta dessas considerações, este estudo é voltado para a Lagoa das Capivaras, situada no município de Garopaba, litoral centro-sul do estado de Santa Catarina. A Lagoa das Capivaras é um corpo hídrico situado no centro da cidade, próximo ao mar e teve seu ecossistema fortemente degradado, tornando impossível a recuperação de suas funções ecológicas originais. No ano de 2017 foi posta em prática uma tentativa de recuperação deste ambiente, revitalizando-o através de ações de limpeza das margens, desassoreamento, e

remoção de vegetação exótica bem como da sobrenadante, que dificultava a oxigenação através da superfície.

Atualmente, pode-se considerar relevante a visível melhora no ambiente onde se insere a lagoa, o que trouxe inúmeros benefícios para o município e a população local, que vive em grande parte do turismo. A área da lagoa, antes degradada e inacessível, tornou-se mais uma opção turística na região e atrai eventos culturais para o seu entorno.

Porém, não se pode negligenciar a necessidade de manutenção deste ambiente recuperado, uma vez que este pode tornar a ser degradado novamente. Além disso, é de interesse público a utilização da lagoa para o lazer e esportes aquáticos. Sendo assim, estudar este ambiente é imprescindível, tanto para melhoria de suas funções naturais quanto para garantir a segurança e saúde de quem vier a utilizá-lo. Logo, este estudo avaliará a qualidade atual da água da Lagoa das Capivaras através de Índice de Qualidade das Águas.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água na Lagoa das Capivaras, em Garopaba - SC, através do Índice de Qualidade das Águas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter os resultados dos parâmetros que compõem o Índice de Qualidade das Águas (IQA) da Lagoa das Capivaras;
- Estabelecer o Índice de Qualidade das Águas da Lagoa das Capivaras;
- Comparar os resultados obtidos nas análises do presente estudo com estudos realizados anteriormente por outros autores e com a Resolução CONAMA 357/05;
- Propor medidas mitigadoras e melhorias a serem implementadas nas políticas ambientais do município.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LAGOAS COSTEIRAS

As lagoas costeiras são corpos hídricos terrestres separados do mar por uma barreira natural de areia ou conectados a ele por um ou mais canais. Normalmente orientadas de forma perpendicular à costa, com águas rasas que podem ser salobras ou salgadas. Apresentam alta produtividade biológica. Estas lagoas estão inseridas na chamada Zona Costeira, patrimônio nacional (BRASIL, 1988), definida pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), constituído pela lei 7.661/1988 como a área de abrangência dos efeitos naturais resultantes das interações terra-mar-ar, considerando a paisagem físico-ambiental ao longo do litoral (ilhas, estuários, baías), onde ocorrem os processos e interações das unidades ecossistêmicas litorâneas e as atividades socioeconômicas ali estabelecidas.

O PNGC II, aprovado em 1997 ainda cita:

A Zona Costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição brasileira como área de patrimônio nacional (BRASIL 1997)

3.1.1 Principais características das lagoas costeiras

Devido à ampla variabilidade de fatores que influenciam os ecossistemas das lagoas costeiras, pode-se observar variadas características nestas, como o grau de salinidade, área, extensão, volume d'água, concentrações de matéria orgânica e processos de formação do corpo hídrico.

As lagoas costeiras geralmente são formadas através da atividade marinha (ondas, correntes, marés) através do isolamento de uma enseada ou braço de oceano. Podem ser classificadas, segundo Kjerfve (1994) como:

- Sufocadas: normalmente paralelas à costa, compostas por uma série de células elípticas conectadas, com um canal de entrada longo e estreito, ao longo de costas com alta energia de ondas e considerável corrente litorânea. As marés exercem pouca influência nesse tipo de lagoa devido ao seu canal de entrada que funciona como um filtro dinâmico que reduz a variação do nível d'água, apresentando longos períodos de descarga (longo tempo de permanência).

Podem apresentar estratificação em períodos intermitentes. Como exemplo pode-se citar a Lagoa dos Patos, localizada no Rio Grande do Sul.

- Restritas: apresentam um grande e largo corpo d'água, dois ou mais canais de comunicação com o oceano e boa circulação das marés; as águas são bem misturadas verticalmente, com ação importante do vento e o tempo de permanência é reduzido.
- Vazadas: apresentam vários canais de comunicação e ocorrem onde as marés são fortes o suficiente para se opor ao fechamento de seus canais de entrada. Possuem boa troca das águas com o oceano, caracterizando a salinidade semelhante a este.

Podem ser classificadas também como lagoas costeiras de águas claras e lagoas costeiras de águas escuras, devido aos níveis de matéria orgânica. As lagoas costeiras de águas claras são aquelas que possuem águas de origem oceânica ou de rios, com aporte fluvial de terrenos que fornecem pouco material particulado. As lagoas costeiras de águas escuras possuem suas águas originárias do lençol freático de áreas arenosas, ou de rios que drenam bacias de áreas arenosas. Devido à presença de compostos ácidos, as lagoas costeiras de águas escuras apresentam um baixo pH, ácido (MARIANO *apud* ESTEVES, 1998).

Devido às baixas profundidades, as lagoas costeiras tendem a apresentar boa oxigenação pela ação dos ventos, além de apresentarem, geralmente, altas taxas de produção primária relacionada às cianobactérias, algas e vegetais fanerogâmicos (OLIVEIRA, 2006; SILVA, 2007).

3.1.2 A Importância Ecológica das Lagoas Costeiras

Segundo Mariano (2010; *apud* ESTEVES, 1998), as lagoas costeiras são ecossistemas que constituem interfaces entre zonas costeiras, águas interiores e águas costeiras marinhas, formando ecossistemas de grande importância e de difícil compreensão.

As lagoas costeiras fazem parte de ecossistemas de alta produtividade e podem ser influenciados por fatores de ambientes terrestres, marinhos e de águas doces o que implica na ocorrência de comunidades características de água doce, bem como de águas salobras e salgadas. Além disso, contribuem para a manutenção do lençol freático e exerce influência sobre o clima local e regional. Apresentam importância como recurso natural, de onde o ser humano pode obter produtos e serviços, como alimentos e controle de inundações, respectivamente. Assim, as lagoas costeiras apresentam diversas funções de caráter

econômico, social e ambiental, tendo em vista as demandas de uma sociedade cada vez mais exigente com relação ao meio ambiente e que se beneficia de seus serviços como: área de lazer, controle de inundação, receptor de efluentes tratados, valorização imobiliária local, beleza cênica e valorização turística da região além de poder ser um reservatório natural de água doce. (SILVA, 2007).

3.1.3 Principais Impactos Ambientais sobre as Lagoas Costeiras

Segundo Mariano (2010), as principais formas de degradação das lagoas costeiras são:

- Lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais;
- Aterramento das margens;
- Aceleração do assoreamento;
- Dragagens para retirada de areia;
- Degradação da mata ciliar;
- Introdução de peixes exóticos;
- Edificações nas margens.

3.2 LAGOA DAS CAPIVARAS

A Lagoa das Capivaras, localizada no Centro do município de Garopaba, estado de Santa Catarina, é uma Área de Preservação Permanente amparada pela Lei Federal nº 4.771 e integra a Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca através de Decreto Federal de 14 de setembro de 2000. Possui águas de aspecto turvo e sua profundidade medida no ano de 2003 era de 1,5 metros, medindo aproximadamente 200 metros de largura por 184 de comprimento. Pode ser classificada como uma lagoa costeira de águas escuras. Foi acometida durante anos por uma degradação gradual com aterro de suas margens para construção civil, supressão de mata ciliar que acarretou em assoreamento, disposição de resíduos sólidos e emissão de efluentes canalizados. Ainda assim, a Lagoa das Capivaras abriga uma considerável diversidade de espécies animais como peixes, aves e répteis, e vegetais, sendo um espaço de desenvolvimento da vida (FARACO, 2016; MARIANO, 2010).

3.2.1 Recuperação Ambiental da Lagoa das Capivaras

Em julho do ano de 2017 a Prefeitura Municipal de Garopaba desenvolveu ações de manutenção e preservação da Lagoa das Capivaras, visando a preservação da lâmina d'água

que apresentava avançado estado de eutrofização, realizando a remoção de vegetação exótica invasora, eliminação de emissão clandestina de esgoto, elevação do nível da água ao natural através da reconstrução do extravasor, e limpeza das margens. Após as atividades de recuperação realizadas a partir de a (Figura 1), eventos culturais foram realizados no entorno da lagoa, que recebeu também um letreiro turístico de concreto com o nome “Garopaba” (GAROPABA, 2017; 2019).

Figura 1 - Lagoa das Capivaras antes da recuperação (a) e depois das ações de recuperação (b).



Fonte: Prefeitura Municipal de Garopaba

3.3 MUNICÍPIO DE GAROPABA

Garopaba é um município brasileiro situado no litoral sul do estado de Santa Catarina, limitando-se ao sul com Imbituba, ao norte e oeste com Paulo Lopes e ao leste com o Oceano Atlântico, distante aproximadamente 90 km da capital, Florianópolis. Suas coordenadas geográficas são latitude 27°58'15" e longitude 48°39'36". Originalmente, era habitada pelos índios Carijós, da tribo Guaraní e o primeiro povoado surgiu em 1666, formado por imigrantes açorianos. Seu nome, de origem indígena, significa “enseada de barcos”. Em 1890 Garopaba tornou-se um município mas em 1923 perdeu esta condição, passando a integrar o município de Imbituba. Tornou novamente a ser um município em 1961, através da Lei Estadual 798/61 (GAROPABA, 2014; MUNARI, 2017).

A população no último censo realizado pelo IBGE em 2010 é de 18138 pessoas, em um território de 114.773 km² com densidade demográfica de 157,17 hab/km². A população estimada em 2019 é de 23.078 pessoas. Possui 99,6% de escolarização entre os jovens de 6 a 14 anos de idade e sua economia é movida principalmente pelo turismo, construção civil, a pesca artesanal, e agricultura de subsistência com renda familiar média de 2 a 3 salários

mínimos e um PIB per capita de R\$ 22.159,16. Apresenta apenas 46% de esgotamento sanitário adequado, sendo 93,54% dos domicílios com esgoto por fossa, segundo o ministério da saúde (2013) (BRASIL, 2013, IBGE, 2019; GAROPABA, 2010).

Devido à presença de turistas no período de veraneio, de dezembro a março Garopaba possui uma população flutuante elevada, multiplicando cerca de 6 vezes a população fixa do município (JACOMEL, 2012).

3.4 ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Com tantos parâmetros envolvidos nas análises de água, pode se tornar confusa a interpretação dos resultados obtidos, dificultando o entendimento da qualidade da água em questão, tanto por leigos quanto por tomadores de decisões. Para isto, a utilização de índices e indicadores surge como uma solução para este problema, unificando diversas informações, combinando diferentes unidades de medidas em um número apenas (CETESB, 2017).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi uma adaptação realizada pela Companhia de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) do estudo realizado pela norte-americana “*National Sanitation Foundation*”. Este índice, que integra nove diferentes parâmetros da água, reflete, principalmente, a contaminação de corpos hídricos ocasionada pelo despejo indevido de efluentes domésticos e não substitui uma análise detalhada da qualidade da água. Assim, a utilização do IQA apresenta vantagens como a facilidade na comunicação com o público leigo e tomada de decisões, porém tem a desvantagem da perda de informações dos parâmetros individuais obtidos (CETESB, 2017).

Para o desenvolvimento deste índice, foram consultados diversos especialistas para se chegar aos parâmetros mais importantes na caracterização da qualidade da água e, para cada um, um respectivo peso, tendo o abastecimento público como principal determinante.

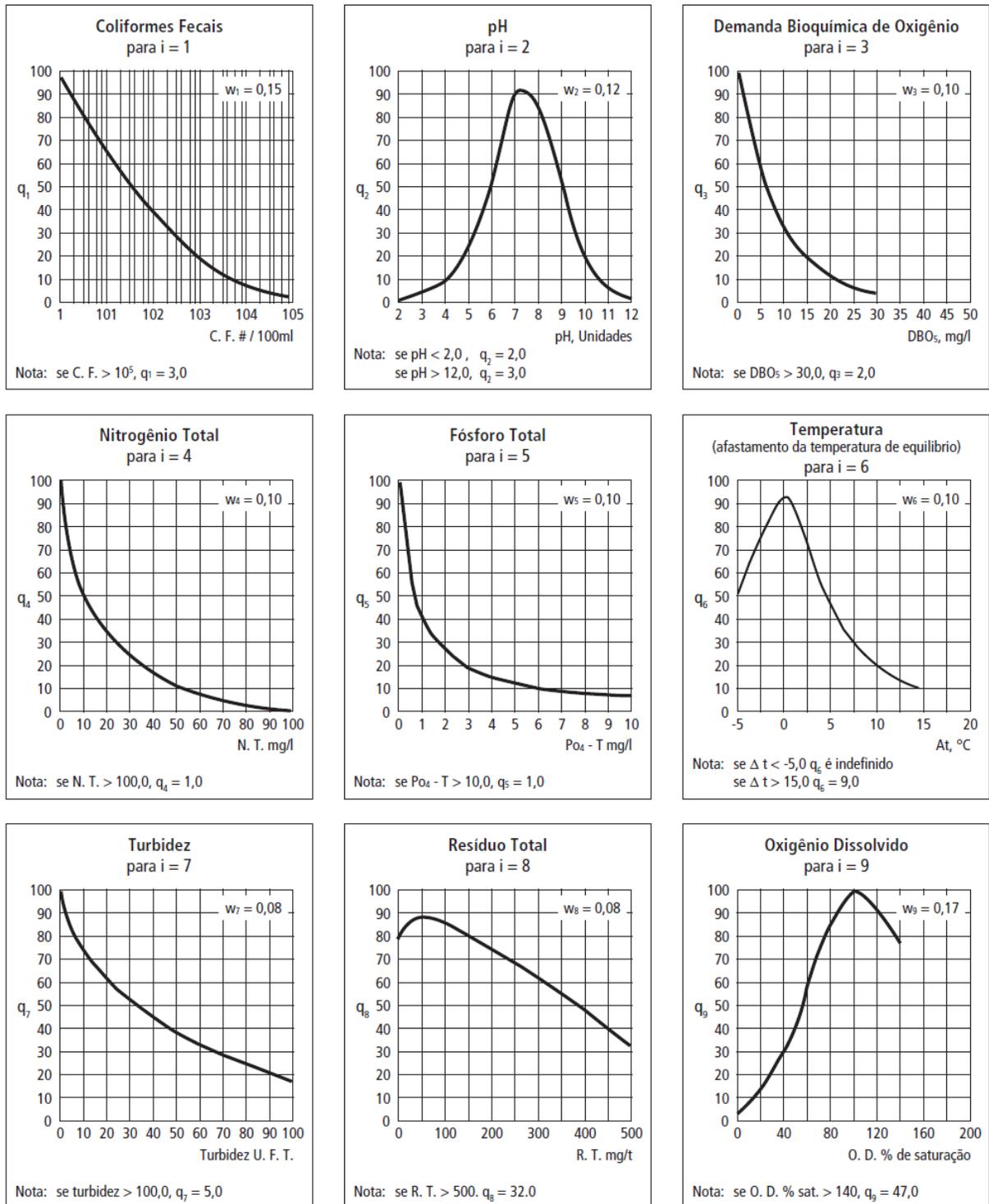
Para obter o IQA, é necessário analisar os 9 parâmetros que constituem o cálculo, citados abaixo com seus respectivos pesos (w):

- Coliformes Termotolerantes, $w = 0,15$;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio, $w = 0,10$;
- Oxigênio Dissolvido (OD), $w = 0,17$;
- Potencial Hidrogeniônico (pH), $w = 0,12$;
- Fósforo Total, $w = 0,10$;
- Nitrogênio Total, $w = 0,10$;
- Sólidos Totais, $w = 0,08$;
- Temperatura, $w = 0,10$;

- Turbidez, $w = 0,08$.

Os valores de medida ou concentração destes parâmetros devem ser convertidos para um valor qualitativo (q) através dos gráficos apresentados na Figura 2:

Figura 2 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas



Fonte: CETESB (2017)

Obs.: multiplicar o resultado para ensaios de *Escherichia coli* (*E. coli*) por 1,25 permite que se utilize o valor equivalente da curva de coliformes termotolerantes, pois em estudos realizados pela CETESB em 2008, para cada 100 coliformes termotolerantes detectados, 80 representavam *E. coli* (CETESB, 2017).

Os valores obtidos para a qualidade devem ser inseridos no produtório da equação (1) para obtenção do IQA:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Sendo:

- IQA = Índice de Qualidade das Águas (número de 0 a 100);
- q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro, obtido na curva média de variação da qualidade;
- w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro;
- n = número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

A partir do cálculo realizado, obtém-se o valor do IQA, que variando numa escala de 0 a 100, classifica as águas em diferentes categorias, conforme apresentado na Tabela 1:

Tabela 1 - Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < IQA \leq 100$
BOA	$51 < IQA \leq 79$
REGULAR	$36 < IQA \leq 51$
RUIM	$19 < IQA \leq 36$
PÉSSIMA	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2017)

3.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

3.5.1 Oxigênio Dissolvido

Segundo Sperling (2011), a presença do gás oxigênio dissolvido na água é importante para os organismos aeróbios, que o consomem oxigênio em seus processos respiratórios durante a estabilização da matéria orgânica, o que pode vir a reduzir sua concentração no meio. Caso a concentração se torne baixa demais, pode haver mortandade dos seres aquáticos.

Em concentrações de 4 a 5 mg/L morrem os peixes mais exigentes e a 2 mg/L morrem praticamente todos os peixes. A solubilidade do oxigênio na água depende da temperatura: a 20°C, ao nível do mar, a concentração de saturação é de 9,2 mg/L. Concentrações superiores às de saturação indicam presença de algas, que geram oxigênio puro através de fotossíntese. A presença do gás na água pode ser de origem natural através da dissolução do oxigênio atmosférico ou produção pelos organismos fotossintéticos ou de origem antrópica através de aeração artificial.

3.5.2 Turbidez

A turbidez representa a interferência à passagem de luz pelo líquido, através de sua aparência turva. Pode ser ocasionada pela presença de partículas de rocha, silte, argila, algas e outros microorganismos, com tamanhos variando de grosseiro aos colóides. Da origem antrópica pode provir de despejos domésticos, industriais, erosão. A turbidez na água não necessariamente representa algo inconveniente, porém pode estar relacionada a poluentes e contaminantes. Além disso, pode dificultar a penetração da luz e, conseqüentemente, a fotossíntese. É representada através da Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT). Até 10 UNT, observa-se pequena nebulosidade na água. Acima de 500 UNT a água é praticamente opaca. (RICHTER; NETTO, 1998; SPERLING, 2011)

3.5.3 Sólidos Totais

Sólidos totais diz respeito à todas as substâncias que permanecem em uma cápsula onde foi evaporada a amostra de água, após total secagem de um determinado volume. (SABESP, 1999). Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos e podem ser de origem orgânica ou inorgânica. (SPERLING, 2005).

3.5.4 Temperatura

A temperatura é a medição da quantidade de calor na água e pode ser de origem natural através da transferência de calor por radiação, convecção e condução ou origem antrópica por despejos industriais. Influencia em reações químicas, físicas e biológicas, na solubilidade e taxa de transferência de gases (RICHTER; NETTO, 1998; SPERLING, 2011).

3.5.5 pH

O pH é o potencial hidrogeniônico, que indica a concentração de íons H^+ em uma escala de 0 a 14, sendo 7 considerado neutro, superior a 7 considerado alcalino e inferior a 7, ácido. Os íons do pH podem ser provenientes de sólidos e/ou gases dissolvidos de origem natural, através da dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica, fotossíntese, ou antrópica por despejos domésticos e industriais. O pH muito baixo pode causar potencial corrosividade em tubulações. Já o pH muito elevado pode causar incrustações nestas. Valores muito extremos podem causar irritabilidade na pele e olhos, além de afetar a vida aquática e microorganismos decompositores (RICHTER; NETTO, 1998; SPERLING, 2011).

3.5.6 Nitrogênio

Segundo Sperling (2011), o nitrogênio pode ser encontrado em meios aquáticos nas formas de:

- Nitrogênio molecular, N_2 ;
- Nitrogênio orgânico (variável);
- Amônia livre, NH_3 ;
- Íon amônio, NH_4^+ ;
- Íon nitrito, NO_2^- ;
- Íon nitrato, NO_3^- .

É um componente importante tanto para geração quanto controle da poluição das águas. Faz parte da cadeia trófica de crescimento das algas, ocasionando eutrofização. Também consome oxigênio em suas conversões de amônia para nitrito e nitrito para nitrato. A amônia livre é tóxica aos peixes e o nitrito está relacionado à doenças como metahemoglobinemia. A forma predominante da presença de nitrogênio na água pode indicar o estágio da poluição: na forma orgânica ou de amônia a poluição é recente e na forma de nitrato associa-se a poluição passada (SPERLING, 2011).

3.5.7 Fósforo

O fósforo pode estar presente em corpos d'água, principalmente, nas formas de ortofosfato (diretamente disponível ao metabolismo biológico), polifosfato e fosfato orgânico como sólidos suspensos ou dissolvidos. Pode ser de origem natural através da dissolução de

rochas, decomposição da matéria orgânica e da decomposição celular de microorganismos ou de origem antrópica através do despejo de efluentes domésticos e/ou industriais, detergentes, excrementos animais e fertilizantes. O fósforo é um dos nutrientes envolvidos no crescimento de algas e sua elevada concentração pode resultar em um crescimento demasiado destas, resultando na eutrofização. Também é indispensável para o crescimento dos organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (SPERLING, 2011).

Ainda segundo Sperling (2011), o estado de eutrofização de lagos pode ser determinado pela concentração de fósforo:

- $P < 0,01 - 0,02$ mg/L: não eutrófico;
- $0,01 - 0,02$ mg/L $< P < 0,05$ mg/L: estágio intermediário;
- $P > 0,05$ mg/L: eutrófico

3.5.8 Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes são bactérias do grupo coliforme, utilizadas como indicadores de contaminação fecal, pois apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas, sendo originárias do trato intestinal humano e outros animais. A *Escherchia coli* é a principal bactéria deste grupo e é a única que garante a contaminação exclusivamente fecal (esgotos domésticos ou despejos de criação animal), facilmente detectáveis através dos métodos fluorogênicos. Algumas cepas destas bactérias podem ser patogênicas, apesar de serem predominantemente não-patogênicas. A presença destes coliformes na água indica potencialidade de transmissão de doenças (SPERLING, 2011).

3.5.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) expressa, em mg/L, a quantidade de oxigênio consumida na estabilização da matéria carbonácea através dos processos bioquímicos provenientes do metabolismo bacteriano. Essa estabilização pode demorar mais de 20 dias e por isso, para fins de análises, é aferida a DBO no 5º dia, após incubação de amostras à temperatura constante de 20°C. Os corpos hídricos com elevada carga orgânica apresentam maior DBO, devido ao maior consumo de oxigênio necessário para a estabilização da matéria orgânica pelos microorganismos (SPERLING, 2011).

3.6 EUTROFIZAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA

Segundo Magossi (2003), a contaminação da água por nitrogênio e fósforo é uma superfertilização das águas, provocando proliferação de organismos autótrofos (algas e plantas aquáticas), consumindo o oxigênio e causando a morte de animais que necessitam deste oxigênio e servirão como fonte de mais matéria orgânica. Com a ausência de oxigênio, bactérias anaeróbicas se proliferam e produzem gases como o metano e o sulfídrico, que causam mau odor. Essa eutrofização estabelece mecanismos que impedem a recuperação natural da qualidade da água.

O estado trófico da água pode ser definido através do Índice de Estado Trófico (IET), no qual são consideradas as concentrações de fósforo e de clorofila a (CETESB, 2017).

3.7 LEGISLAÇÃO

3.7.1 Lei 9.985/00 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

A Lei 9.985/00 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, constituído pelo conjunto de Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais e tem como alguns dos objetivos a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais assim como a proteção e recuperação dos recursos hídricos e a recuperação ou restauração de ecossistemas degradados (BRASIL, 2000).

As Unidades de Conservação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) subdividem-se em Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

A Área de Proteção Ambiental é uma categoria que constitui o grupo de Unidades de Conservação das Unidades de Uso Sustentável do SNUC, que tem como objetivo básico o uso sustentável de parcela dos recursos naturais, conservando a natureza. É constituída de áreas públicas ou privadas. Segundo o artigo 15 da Lei Federal 9.985/00 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) a Área de Proteção Ambiental é:

[...]uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

O Parque Nacional é uma categoria que constitui o grupo de Unidades de Proteção Integral do SNUC. Segundo o Artigo 11 da lei 9.985/00:

O Parque Nacional tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (BRASIL, 2000).

Para esta categoria, as unidades criadas pelo município são denominadas Parque Natural Municipal e é admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais, de forma que não haja consumo, coleta, dano ou destruição dos recursos naturais.

As diretrizes do SNUC devem assegurar a participação efetiva da população local nos processos de criação, implantação e gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000).

3.7.2 Lei 7.661/88 – Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

A Lei 7.661/88 institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, PNGC que segundo o artigo 2º:

[...]visará especificamente a orientar a utilização nacional dos recursos na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade da vida de sua população, e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. (BRASIL, 2000).

Seu detalhamento e operacionalização foi realizado através da Resolução nº 01/90 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e já passou por algumas revisões (BRASIL, 1997).

O PNGC II foi aprovado pela resolução nº 005/97 da CIRM, com atribuições de nível federal, estadual e municipal. São atribuições dos municípios:

- a) elaborar, implementar, executar e acompanhar o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro, observadas as diretrizes do PNGC e do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro;
- b) estruturar o sistema municipal de informações do Gerenciamento Costeiro;
- c) estruturar, implementar e executar os programas de monitoramento;
- d) promover o fortalecimento das entidades diretamente envolvidas no gerenciamento costeiro, mediante apoio técnico, financeiro e metodológico; e
- e) promover a estruturação de colegiado municipal (BRASIL, 1997).

3.7.3 Resolução CONAMA 357/05

A resolução N° 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e as diretrizes ambientais para seu enquadramento, além de padronizar os lançamentos de efluentes nos mesmos.

Define como:

Águas doces: águas com salinidade inferior a 0,5‰;

Ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado.

Águas doces Classe 1: águas destinadas ao abastecimento humano, precedido de tratamento simplificado, à proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, a irrigação de plantações destinadas ao consumo cru e proteção de comunidades aquáticas em terras indígenas. Deve apresentar padrões mínimos de qualidade como não exceder o limite de 200 NMP por 100 mL de coliformes termotolerantes em 80% de pelo menos 6 amostras ao longo de um ano para usos que não envolvam contato primário, OD não inferior a 6 mg/L DBO 5 dias até 3 mg/L, turbidez inferior a 40 UNT, fósforo total inferior a 0,020 mg/L em ambientes lânticos, entre outros.

Águas doces Classe 2: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário (conforme Resolução CONAMA 274/00), à irrigação de plantas, hortaliças cujo público possa ter contato direto e à aquicultura e pesca.

A resolução determina, para corpos hídricos de águas doces classe 2 em ambientes lânticos, que para fins de balneabilidade é necessário atender à Resolução CONAMA 274/00 e para outros fins, não deverá exceder o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 ml em 80% ou mais de, no mínimo, 6 amostras coletadas bimestralmente ao longo do ano. A turbidez não deve ultrapassar 100 UNT e a DBO 5 dias a 20°C inferior a 5 mg/L. O fósforo total até 0,030 mg/L. Para nitrogênio amoniacal total o limite máximo para pH inferior a 7,5 é 3,7 mg/L, para pH entre 7,5 e 8,0 é 2,0 mg/L, entre 8,0 e 8,5 é 1 mg/L e para pH superior a 8,5 é 0,5 mg/L. O oxigênio dissolvido deve encontrar-se em concentrações não inferiores a 5 mg/L. O pH deve estar entre 6,0 e 9,0. Ainda deve se considerar que se o nitrogênio for o elemento limitante para eutrofização, o valor de nitrogênio total não devem ultrapassar 1,27 mg/L em ambientes lânticos (BRASIL, 2005).

Águas doces Classe 3: podem ser destinadas ao abastecimento humano após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, recreação de contato secundário e dessedentação de animais, obedecendo padrões como não exceder, para contato secundário, 2500 NMP de coliformes termotolerantes para 100 mL de amostra em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas ao longo de um ano e para dessedentação de animais esta concentração não deve superar 1000 NMP para 100 ml. Para outros fins considerar 4000 NMP como limite. A DBO 5 dias até 10 mg/L, turbidez até 100 UNT e fósforo total inferior a 0,05 mg/L em ambientes lânticos. O pH de 6,0 a 9,0 e OD não inferior a 4 mg/L (BRASIL, 2005).

Águas doces Classe 4: podem ser destinadas à navegação e harmonia paisagística, tem seus padrões exigidos notavelmente inferiores às demais classes exigindo apenas OD superior a 2 mg/L e pH de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2005).

A Resolução, através do Artigo 9º, incumbe ao Poder Público a responsabilidade pela realização e avaliação dos parâmetros de qualidade da água e este pode, ainda, acrescentar outras condições e padrões de qualidade para um determinado corpo hídrico em conta das condições locais.

3.7.4 Resolução CONAMA 274/00

A resolução CONAMA 274/00 define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Para definir a balneabilidade são necessárias análises semanais de coliformes fecais e os resultados obtidos nas últimas 5 semanas serão determinantes. Para o caso de águas marinhas, também se faz necessária a análise de enterocos. Quando fora dos padrões definidos nesta resolução, a água é considerada imprópria para banho.

Também caracterizam a água imprópria para banho os seguintes critérios, entre outros:

- Valor de coliformes fecais superior a 2500 por 100 ml de amostra na última amostragem;
- Incidência de enfermidades de transmissão hídrica elevada ou anormal;
- Presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, como esgotos sanitários, capazes de oferecer riscos a saúde ou tornar desagradável a recreação;
- Floração de algas ou outros organismos, até que seja comprovado que não ofereçam riscos à saúde humana.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Garopaba, litoral do estado de Santa Catarina, situado dentro da Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, desde o ano 2000, prevista como unidade de conservação por Decreto Federal do Ministério do Meio Ambiente (MARIANO, 2010). A Lagoa das Capivaras (Figura 4) ocupa uma área de aproximadamente 3 hectares de área de lâmina d'água, próxima ao centro da cidade, com profundidade de aproximadamente 1,5 metros (FARACO,2016; MARIANO, 2010).

Figura 3 - Localização do Município de Garopaba - SC



Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu - <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1150559>; acessado em 07/05/2019

Figura 4 - Lagoa das Capivaras



Fonte: Murilo da Rosa - <<https://static.fecam.net.br/uploads/344/imagens/2185277.jpg>> Acessado em 20/05/2019

As imagens da Figura 5 foram obtidas pelo autor através do programa computacional “*Google Earth*”, onde é possível observar a diferença da área de lâmina d’água do ano de 2016, antes das atividades de recuperação, para o ano de 2018, após recuperação, explicitada pela demarcação através dos polígonos em vermelho, que representa a área da lâmina d’água em 2016, e azul, que representa a área da lâmina d’água em 2018:

Figura 5 - Lâmina d’água antes da recuperação (a) e depois da recuperação (b)



Fonte: Google Earth

As atividades de recuperação foram realizadas com o apoio de pescadores do município, em parceria com a Organização Não Governamental Amigos do Meio Ambiente – ONG AMA e a participação do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – CONDEMA (GAROPABA, 2017). Antes da recuperação, Mariano (2010) observou expansão

da área colonizada por macrófitas, vegetação que se prolifera nutrindo-se de nutrientes provenientes de esgotos e contribui com aporte de biomassa sobre o sedimento, que pode conduzir ao desaparecimento da lagoa. No entanto também exercem papéis importantes para a qualidade da água, funcionando como “zona de raízes”, removendo nutrientes e exercendo funções ecossistêmicas.

Na porção Sul da Lagoa das Capivaras, existe uma entrada de água oriunda de uma tubulação de drenagem, com possível contaminação por esgotos domésticos (Figuras 6 e 7).

Figura 6 - Tubulação de drenagem urbana ao Sul da lagoa/ possível contaminação por esgoto



Fonte: o autor

Figura 7 - Possível contaminação por esgoto doméstico



Fonte: o autor

4.2 PONTOS DE COLETA

Para a coleta das amostras de água, foram selecionados três pontos da Lagoa das Capivaras, nos mesmos locais onde foram realizados outros estudos (Mariano 2010), para fins de comparações. Os pontos 1, 2 e 3 estão explícitos na Figura 8:

Figura 8 - Pontos de Coleta de Amostras de Água



Fonte: Mariano (2010)

Para este estudo, considerou-se nomear os pontos de acordo com sua posição geográfica, sendo assim o ponto 1 passou a ser o ponto Leste, o ponto 2 o ponto Central e o ponto 3 o ponto Norte.

A coleta no ponto Leste foi realizada ao lado esquerdo do extravasor (Figura 9) da lagoa, visualizando-o a partir da margem Leste, indicado pela seta amarela.

Figura 9 - Extravasor



Fonte: o autor

O ponto Norte está sinalizado pela seta vermelha (Figura 10), a algumas dezenas de metros de uma tubulação de drenagem urbana que direciona o escoamento à lagoa.

Figura 10 - Ponto Norte



Fonte: o autor

4.3 COLETAS

A realização das coletas das amostras de água da Lagoa das Capivaras ocorreu nos meses de agosto, setembro e outubro, sendo uma coleta a cada mês. Para isto utilizou-se frascos de vidro de 1 litro, estéreis, e frascos de plástico de 2 litros, armazenados em isopor com gelo, seguindo especificações de conservação de amostras da NBR 9898/87.

4.4 PARÂMETROS ANALISADOS

Foram analisados os seguintes parâmetros para o cálculo do IQA:

- *Escherichia coli* (*E. coli*) / Coliformes termotolerantes
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20});
- Fósforo Total (P_T);
- Nitrogênio Total (N_T);
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- pH;
- Sólidos Totais (ST);
- Temperatura (T);
- Turbidez.

As análises dos parâmetros do IQA foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental da Unidade Pedra Branca do *Campus* da Grande Florianópolis da Unisul, com exceção da Temperatura e Oxigênio Dissolvido, que foram medidos *in loco*. Os sólidos totais e a DBO foram analisados em duplicata.

4.4.1 Temperatura

A temperatura foi medida através de um termômetro de mercúrio com escala de 0 a 50 °C, imerso no líquido até estabilização da temperatura aferida.

4.4.2 OD

O oxigênio dissolvido foi medido pelo método potenciométrico, utilizando-se do oxímetro AT130 da Alfakit, que expressa o resultado em mg/L O₂, através da imersão de um sensor composto por uma membrana permeável ao oxigênio e um eletrodo imerso em eletrólito.

4.4.3 *Escherchia coli*

Os coliformes termotolerantes foram analisados através do método de tubos múltiplos com Fluorocult, que apresentam fluorescência nos tubos positivos para *E. Coli* quando expostos à luz ultravioleta e expressa seus resultados em número mais provável (NMP), fundamentado pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Association – APHA, 2005).

4.4.4 Fósforo Total

O fósforo total foi analisado através do método PhosVer 3 (HACH, 2007), adaptado do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Association – APHA, 2005). Trata-se de um método colorimétrico por digestão ácida de persulfato, medido através do colorímetro DR/890 da marca *Hach*.

4.4.5 Nitrogênio Total

O nitrogênio total foi analisado através do método TNT Persulfate Digestion Method (HACH, 2007) adaptado do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Association – APHA, 2005), medido através do colorímetro DR/890 da marca *Hach*.

4.4.6 DBO

A análise da DBO foi realizada através do método manométrico, que utiliza um manômetro da marca *Velp* acoplado a uma garrafa de vidro contendo a amostra e encubado a 20°C por 5 dias, que expressa a DBO em mg/L.

4.4.7 pH

O pH foi medido através um pHmetro SP1800 da marca *Hanna*, determinado pelo método potenciométrico através da diferença de potencial elétrico de eletrodos imersos na amostra.

4.4.8 Sólidos Totais

Para analisar os sólidos totais, utilizou-se o método gravimétrico, com a evaporação da amostra em cápsulas metálicas previamente secas e taradas. O método consiste em evaporar 50 ml de amostra em uma cápsula de metal em banho-maria e completar a secagem destas durante 3 horas em forno a 105°C, resfriá-las em dessecador e pesá-las, retornando-a, posteriormente, ao forno por 1 hora e repetindo o processo de resfriamento e pesagem até uma precisão de 0,1 mg.

4.4.9 Turbidez

A turbidez foi analisada através do Turbidímetro *Plus* da marca *Alphakit* que utiliza-se do método nefelométrico e expressa o resultado em unidades nefelométricas de turbidez (UNT), transferindo a amostra à uma cubeta e inserindo-a no turbidímetro, que fará a medição da turbidez após o comando do operador.

Além da obtenção do IQA, os parâmetros analisados foram utilizados para comparações a outros estudos realizados anteriormente, a fim de observar alguma mudança na qualidade da água tendo como parâmetro os padrões estabelecidos pela Resolução 357 de 2005 do CONAMA para águas doces em ambiente lântico (MARIANO, 2010).

4.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

O IQA foi calculado com o auxílio de planilhas do Excel desenvolvidas pelo professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Marcos Von Sperling e disponibilizadas no site da editora da UFMG (SPERLING, 2014), que facilitam e reduzem possíveis erros de cálculo e interpolação do IQA. Os valores obtidos nos ensaios de *E. coli* foram multiplicados por 1,25, conforme sugere o método de obtenção do IQA (CETESB, 2017), visto que a análise através do caldo Fluorocult por fluorescência apresenta resultados em NMP de *E. Coli* para 100 mL de amostra.

4.6 CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SEGUNDO CONAMA 357/05

Além da determinação dos IQA's da Lagoa das Capivaras, também foi determinada sua classificação de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DO IQA NAS DIFERENTES DATAS DE COLETA

Com o objetivo de comparar a variação dos parâmetros de IQA entre os meses de Agosto, Setembro e Outubro, são apresentados na Tabela 2 os resultados das análises realizadas. A Coleta 1 foi realizada no dia 27/08/2019, a Coleta 2 no dia 23/09/2019 e a Coleta 3 no dia 18/10/2019.

Tabela 2 - Resultados dos Parâmetros Analisados

Parâmetro (unidade)	RESULTADOS											
	Coleta 1				Coleta 2				Coleta 3			
	Leste	Norte	Central	MÉDIA	Leste	Norte	Central	MÉDIA	Leste	Norte	Central	MÉDIA
E. coli (NMP)	130	23	79	77,33	130	170	70	123,33	920	240	350	503,33
pH	7,48	7,58	7,6	7,55	7,8	8,2	8	8,00	8,6	8,8	8,7	8,70
DBO 5, 20 (mg/L)	-	0,5	-	0,50	0,75 *0,35	7,1 *0	4,05 *2,75	3,97	3,5 *0,35	7,1 *0	3,8 *2,75	4,80
N total (mg/L)	4,2	4,3	4,1	4,20	5,3	8,9	6,5	5,90	1,5	0,8	1,4	1,23
P total (mg/L)	0,07	0,12	0,06	0,08	0,15	0,13	0,09	0,12	0,13	0,09	0,09	0,10
Turbidez (NTU)	13,64	16,72	15,13	15,16	47,26	51,66	47,05	48,66	39,44	38,42	39,43	39,10
Sólidos Totais (mg/L)	126 *0	105 *21.21	148 *42.43	126,33	114 *8,48	120 *0	127 *7,07	120,33	96 *5,65	97 *7,07	84 *0	92,33
OD (mgO ₂ /L)	8,5	8,8	8,8	8,70	8,8	9,1	8,1	8,67	9,8	9,6	10,3	9,90
Temperatura (°C)	17	17	17	17,00	20	20	20	20,00	24	24	24	24,00
IQA	-	79	-		70	67	70	69,00	63	68	65	65,33

*Desvio Padrão

Fonte: o autor.

Os valores para DBO e sólidos totais apresentados são médias estatísticas das análises realizadas em duplicata.

5.1.1 *E. coli*

A concentração de *E. Coli* no ponto Leste se manteve constante (130 NMP) nos meses de agosto e setembro, havendo grande aumento no mês de outubro (920 NMP). Este aumento no valor de aproximadamente 7 vezes, pode ter sido consequência do elevado volume de chuvas constatado durante os dias que precederam a coleta. No ponto Norte houve um aumento gradativo na concentração de *E. Coli* (23, 170, 240 NMP). No ponto central houve um aumento considerável na data da Coleta 3 (18/10), valor este que também pode ser justificado pelo elevado volume de chuva que precedeu a coleta.

5.1.2 pH

Os pH's analisados das amostras apresentaram valores alcalinos e um comportamento de elevação em seus valores para todos os pontos de coleta ao longo dos 3 meses de análises. Os valores obtidos para o pH, que variaram de 7,5 a 8,8 se diferem do esperado para uma lagoa deste tipo, onde o comum é observar-se pH ácido. Nos anos de 2012 e 2013, Faraco (2016) observou pH variando na faixa de 6,0 a 7,0. Em 2008, Mariano (2010) observou pH variando no mês de abril de 6,5 a 7,9, além de apresentar dados históricos com o pH variando de 6,5 a 7,1 entre os anos 2000 e 2008. Nas análises de Mariano (2010) é possível perceber uma relação direta da temperatura do líquido com o pH, assim como no presente estudo, pois em temperaturas mais elevadas o pH também se elevou.

5.1.3 Nitrogênio Total

As concentrações variando de 4,1 mg/L a 8,9 mg/L foram observadas nas análises de nitrogênio total para as amostras. Mariano (2010) obteve valores que variaram de 0,5 mg/L a 1,0 mg/L e apresentou dados históricos de 2000 a 2008 com concentrações de 0,17 mg/L a 1,4 mg/L.

5.1.4 Fósforo Total

As análises realizadas para determinar o fósforo total nas amostras coletadas apresentaram valores de concentração variando de 0,07 mg/L à 0,15 mg/L. Mariano (2010)

obteve resultados de 0,02 mg/L e 0,04 mg/L em suas amostras e apresentou dados históricos dos anos de 2000 à 2008 com valores variando de 0,03 mg/L a 0,05 mg/L.

5.1.5 Turbidez e Sólidos Totais

Nas análises realizadas para a primeira coleta de amostras, os valores de turbidez obtidos ficaram próximos de 15 NTU, assemelhando-se dos valores obtidos por Mariano (2010) que também se apresentaram próximos a 15 NTU. Nas análises realizadas para a segunda e terceira coleta de amostras, a turbidez obtida aumentou seus valores para próximo de 50 NTU para a segunda e apresentou valores próximos de 40 NTU para a terceira, assemelhando-se aos valores obtidos pelo Instituto de Pesquisas Ambientais (IPAT) apresentados por Costa e Menezes (2016) que apresentou 36,2 NTU. Os sólidos totais apresentaram estabilidade ao longo do período de análises, tendo maior diferenciação na Coleta 3, comparado à Coleta 2, com valores inferiores, assim como a turbidez.

5.1.6 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido, que foi analisado *in loco* apresentou valores satisfatórios na primeira e segunda amostra, porém a terceira amostra apresentou valores acima da saturação para a temperatura do líquido, onde o maior valor observado, de 10,3 mg/L, foi no ponto central com uma porcentagem de saturação de 121,7% para aquela temperatura, que indica a presença de algas. Na Figura 2 pode-se observar quando a saturação do OD for maior que 100%, o q_i diminui, causando uma diminuição do IQA.

Em comparação aos estudos de outros autores, Mariano (2010) observou no ano de 2008, valores que variaram de 5,7 mg/L à 6,5 mg/L, enquanto Faraco (2016) observou valores de 7 mg/L a 8mg/L em 2012 e 2013. Em estudo apresentado por Costa e Menezes (2016) os valores variaram de 7 mg/L a 8,3 mg/L. Para todos os estudos, os padrões são aceitáveis pela legislação vigente. Nota-se que atualmente este parâmetro apresentou maiores concentrações.

5.1.7 Temperatura

A temperatura do líquido, observada nas 3 coletas de amostra, obedeceu um padrão crescente da primeira à terceira coleta, e apresentou coerência com os dados obtidos por Faraco (2016) em análises realizadas nos anos de 2012 e 2013 e com a transição de final de inverno para início de primavera.

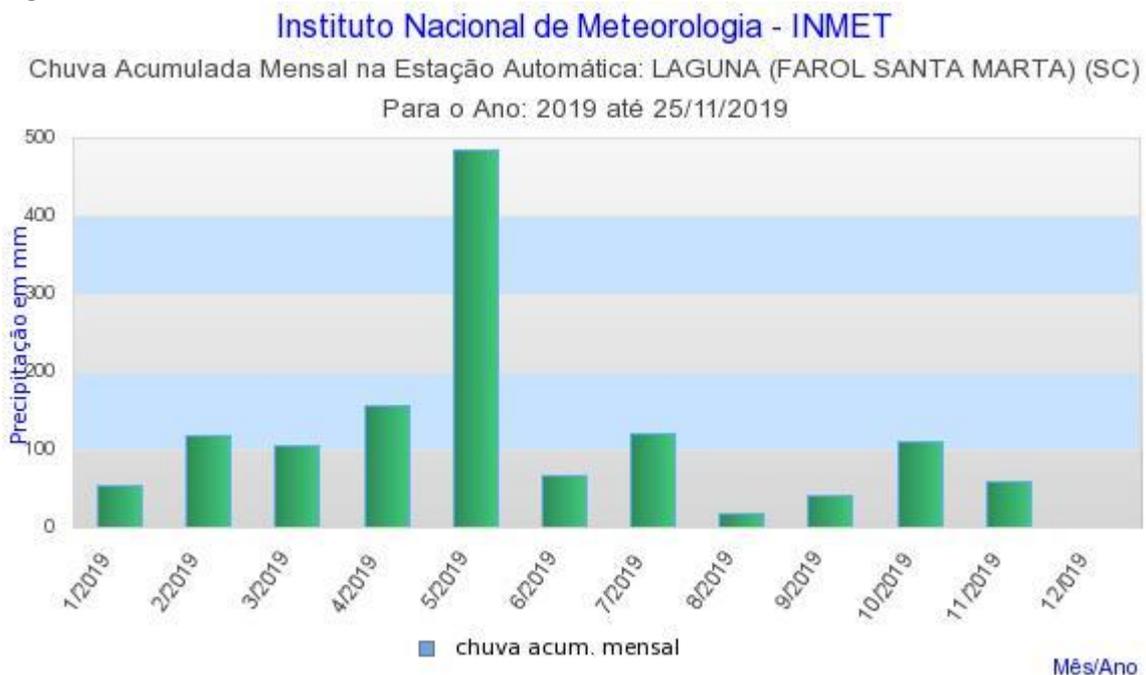
5.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS – IQA

As análises realizadas neste trabalho permitiram calcular o IQA, na Tabela 2 pode-se observar que os valores obtidos estão entre 63 e 79, que insere a água analisada na categoria “BOA” do referido índice. Importante ressaltar que houve decréscimo gradativo no IQA ao longo dos 3 meses de análises, sendo o melhor IQA observado no ponto Norte da primeira coleta, igual a 79, e o pior IQA observado no ponto Leste da terceira coleta, igual a 63.

5.3 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A Figura 11 apresenta os dados pluviométricos da região, medidos pela estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET de Laguna/SC:

Figura 11 - Dados Pluviométricos



Fonte: INMET 2019

Como se pode observar na Figura 11, houve baixa pluviosidade nos meses de agosto, setembro (< 50 mm de precipitação) e no mês de outubro a precipitação aumentou, próximo de 100 mm, quando foram realizadas as coletas. Nas duas primeiras coletas foi possível observar baixo nível de água na lagoa, de aproximadamente 1 metro e bem abaixo da altura do extravasor. Na terceira coleta foi possível perceber considerável elevação no nível, apresentando uma variação de aproximadamente 0,5 metros, atingindo a altura do extravasor, que pode ser explicada pela semana chuvosa que antecedeu a coleta.

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS PARÂMETROS DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357 DE 2005

A Resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos hídricos em diferentes classes de acordo com o conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento. Na Tabela 5, são apresentados os limites estabelecidos dos parâmetros analisados neste estudo e o enquadramento conforme os resultados obtidos, com cores em verde para Classe 1, amarelo para Classe 2, vermelho para Classe 3 e marrom para Classe 4.

Tabela 3 - Limites Resolução CONAMA 357/05 e classificação dos parâmetros analisados

PARÂMETROS	CLASSES – ÁGUA DOCE (LIMITES)				COLETAS*		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	AGO	SET	OUT
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7.55	8	8.7
DBO 5, 20 (mg/L)	<3	<5	<10	-	0.5	3.97	4.8
P total (mg/L)	<0,02	<0,03	<0,05	-	0.08	0.12	0.1
Turbidez (UNT)	<40	<100	<100	-	15.16	48.66	39.1
OD (mg/L)	>6	>5	>4	>2	8.7	8.67	9.9

*Valor médio dos 3 pontos analisados.

Fonte: o autor

Como se observa na Tabela 5, a maioria dos parâmetros se encontra dentro dos limites para Classe 1 e 2, porém devido às altas concentrações de fósforo, a Lagoa das Capivaras se enquadra na Classe 4.

5.5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados das análises da Coleta 1 foram que demonstraram melhor qualidade da água. A coleta de amostras foi realizada no dia 29 de agosto de 2019, em um dia de chuva fraca com predominância de ventos do quadrante Norte e baixa pluviosidade na semana que antecedeu as análises. Esta época é considerada baixa temporada na cidade de Garopaba, quando se observou baixos índices pluviométricos mantendo o nível da lagoa baixo, com aproximadamente 1 metro de profundidade. As concentrações de oxigênio dissolvido apresentaram resultados satisfatórios, próximas da saturação e o pH ligeiramente alcalino, próximo ao neutro. A presença de coliformes termotolerantes foi observada em todos os

pontos e se deu em maior quantidade no ponto Leste, onde fica o extravasor da lagoa, o que pode estar relacionado com o escoamento da lagoa em direção a este ponto. Um erro de análise resultou em resultados inconclusivos para a DBO nos pontos Leste e Central e apresentou um valor de 0,5 mg/L no ponto Norte, um valor relativamente baixo e coerente com estudos realizados anteriormente por Mariano (2010). O ponto Norte foi o que apresentou maiores concentrações de fósforo e nitrogênio total.

A Coleta 2 foi realizada no dia 23 de setembro de 2019, em um dia sem chuva com predominância de ventos do quadrante Sul e baixa pluviosidade na semana que antecedeu as análises, mantendo baixo o nível da lagoa, após uma data de feriado no estado do Rio Grande do Sul, que atraiu movimentação turística para a cidade de Garopaba. As análises das amostras coletadas nesta ocasião evidenciaram uma piora na qualidade da água da lagoa, evidenciada pela redução do IQA, de 79 para 69 (Tabela 2). Os coliformes termotolerantes apresentaram maiores concentrações do que na análise anterior no ponto Norte, a mesma concentração no ponto Leste e uma concentração ligeiramente menor no ponto central. Os valores para a DBO, a turbidez e o pH apresentaram elevação com relação à primeira coleta, sendo que o ponto Norte foi o que apresentou os maiores valores. Fósforo e nitrogênio total também apresentaram incremento em suas concentrações, se comparados às análises da Coleta 1, com maiores concentrações de fósforo no ponto Leste e de nitrogênio no ponto Norte. O oxigênio dissolvido variou pouco e o ponto central apresentou uma concentração ligeiramente inferior, comparado à primeira análise.

A Coleta 3 foi realizada no dia 18 de outubro de 2019, em um dia sem chuva, precedido por uma semana de intensa pluviosidade com predominância de ventos do quadrante Norte. Foi possível observar considerável elevação do nível da água da lagoa, alcançando a altura do extravasor, uma variação de aproximadamente 0,50 metros com em relação ao nível observado durante as amostragens anteriores. É possível observar, analisando os resultados para a terceira análise, que não só o nível da lagoa se alterou, mas também a qualidade da água, causando redução no IQA. Os Valores de pH se elevaram chegando próximos ao limite aceitável pela legislação. Comparando às análises da Coleta 2, a DBO observada foi maior no ponto Leste, manteve-se igual no ponto Norte e apresentou pequeno declínio no ponto Central. Nitrogênio e fósforo total apresentaram concentrações menores para todos os pontos, exceto no ponto central onde a concentração de fósforo se manteve igual à observada na análise anterior. Seguindo a mesma linha, os valores de sólidos totais e turbidez da Coleta 3 também apresentaram valores menores com relação às análises da Coleta 2, apresentando coerência com o observado por Borges (2009) que relacionou estes tipos de variações com o “efeito diluidor provocado pela chuva”. O parâmetro que, por fim, mais

chamou atenção, por apresentar grande variação com relação às demais análises, foi o da *E. coli*. que chegaram a apresentar concentrações 10 vezes maiores do que as observadas nas análises da Coleta 1, com destaque ao ponto Leste que apresentou a maior concentração, de 920 NMP de *E. coli* para 100 mL de amostra. O oxigênio dissolvido apresentou concentração superior à 100% de saturação, que pode indicar, segundo Sperling (2011), a possível presença de algas que conduzem à eutrofização e segundo Fiorucci e Filho (2005) este comportamento pode ser observado em alguns momentos do dia quando ocorre grande atividade fotossintética.

5.6 MEDIDAS MITIGADORAS E MELHORIAS A SEREM IMPLEMENTADAS NAS POLÍTICAS AMBIENTAIS DO MUNICÍPIO

Tendo em vista os resultados obtidos com este estudo, é possível concluir que as atividades de recuperação vêm sendo de grande importância para este corpo hídrico, porém não são suficientes até então para garantir uma melhor qualidade da água. Sem a constante manutenção da Lagoa das Capivaras, este ambiente tende a retomar as características anteriores à recuperação, com proliferação da vegetação sobrenadante que vem a recobrir a lâmina d'água, levando a outros processos naturais de degradação como assoreamento das margens e, na pior das hipóteses, causando o desaparecimento da lagoa.

No contexto observado neste estudo, considera-se emergencial a ação efetiva dos órgãos públicos competentes, a fim de eliminar os despejos de efluentes, através de fiscalização, buscando identificar a origem deste efluente e aplicando medidas corretivas que impeçam a chegada do esgoto na lagoa, que vêm contribuindo com nutrientes que causam desequilíbrio ecológico, conduzindo-a ao estado eutrófico. Além disso, é urgente a necessidade da instalação do sistema público de coleta, transporte e tratamento de efluentes domésticos no município.

A proteção do ambiente natural da Lagoa das Capivaras pode se dar a partir da transformação deste ambiente em uma Unidade de Conservação conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, na categoria de Parque Ecológico Municipal do grupo das Unidades de Conservação Integral, conforme já foi proposto por Mariano (2010).

Ainda, a elaboração de um plano de gestão ambiental da Lagoa das Capivaras, considerando o monitoramento da qualidade da água pelo órgão ambiental responsável no município, se torna essencial para obter um melhor entendimento dos processos de degradação que acometem a lagoa, bem como para manter este ambiente acessível e seguro

para a população, através de sua manutenção acompanhada por um responsável técnico habilitado, além da criação do Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro.

A viabilização de atividades de educação ambiental é essencial para moldar uma sociedade ambientalmente sustentável, capaz de compreender os processos que envolvem o meio ambiente, tornando-se ferramentas na busca incansável pela garantia do direito comum ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, mitigando a degradação de origem antrópica.

Considera-se de suma importância para a saúde pública o monitoramento da qualidade da água pelo órgão ambiental responsável, sinalizando a área com placas informativas sobre a qualidade da água, principalmente no que tange a balneabilidade, segundo a Resolução CONAMA 274/00, e sua classe segundo a Resolução CONAMA 357/05.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Lagoa das Capivaras, após os esforços empenhados pela Prefeitura Municipal e demais colaboradores, tornou-se um ponto turístico da cidade de Garopaba. Sua revitalização transformou o local, que anteriormente chamava atenção pela degradação que vinha sofrendo, em um exemplo de empenho a ser seguido para recuperação de outras lagoas costeiras que necessitem atenção no território nacional. Com bancos e gramados aparados, muitas pessoas usufruem diariamente do local que atualmente apresenta notável beleza paisagística. A possibilidade de acessar as áreas da lagoa torna possível e facilita a manutenção deste ambiente, o que o tornou apto a receber eventos em seu entorno, contribuindo para a qualidade de vida de toda população garopabense. As melhorias trazem benefícios sociais, econômicos e ambientais para a cidade.

As atividades de recuperação ambiental foram um passo de suma importância para valorização do meio ambiente em Garopaba, que sofre grande devastação por conta do crescimento urbano e necessita constante atenção dos órgãos públicos responsáveis.

No entanto, apesar de apresentar-se como um local aconchegante aos usuários de suas áreas, o estudo realizado neste trabalho evidenciou que a qualidade da água não apresentou melhora significativa em questões de qualidade.

A observação dos resultados obtidos através das análises realizadas para as amostras coletadas em três oportunidades distintas nos três pontos da lagoa permitiu um monitoramento da qualidade da água, fornecendo informações importantes para a compreensão dos processos que envolvem a dinâmica da qualidade da água da Lagoa das Capivaras. As concentrações de fósforo e nitrogênio juntamente à contagem de *E. coli* indicam a presença de efluentes domésticos na lagoa. Além disso, considerando apenas a concentração de fósforo, o estado de eutrofização da Lagoa das Capivaras pode ser considerado como eutrófico. As duas primeiras coletas ocorreram quando o nível da lagoa encontrava-se baixo e as análises apresentaram algumas variações nos parâmetros observados, como a elevação de *E. coli* no ponto Norte, quando houve maior movimentação turística no final de semana que antecedeu a segunda coleta, mas após um período de chuvas, capaz de elevar o nível da lagoa com uma variação de aproximadamente 0,50 metros, que foi possível observar consideráveis variações nos parâmetros, a se destacar a elevação considerável de *E. coli* e do pH e relativa redução nas concentrações de fósforo, nitrogênio e sólidos totais, além da elevação do OD para valores superiores aos de saturação para aquela temperatura, que pode indicar a presença de microalgas, que favorecem os processos eutrofização e são nutridas, principalmente, por nitrogênio e fósforo, ambos presentes em efluentes domésticos.

. Além disso, pode-se notar concentrações maiores de oxigênio dissolvido atualmente em comparação a estudos anteriores às atividades de recuperação da lagoa, o que pode estar ligado ao aumento da área da lâmina d'água, que permite melhor oxigenação pela superfície em contato com a atmosfera e maior disponibilidade de luz solar para organismos autótrofos.

O considerável aumento na quantidade de *E. coli* após a chuva leva-se a considerar que existam ligações clandestinas de efluentes domésticos à rede de drenagem que chega à Lagoa das Capivaras. Mas ao mesmo tempo, os teores de ST e de N_{total} diminuíram na última coleta, que pode estar relacionado com o fator de diluição exercido pela chuva.

O IQA, apesar de ter sido criado para avaliar águas para abastecimento público, que não é o caso da Lagoa das Capivaras, permitiu observar de forma geral a qualidade da água como BOA (71,11) e explicitou seu declínio ao longo do período de análises, com os piores resultados observados na última análise, que teve seus valores influenciados principalmente pelo aumento de *E. coli* e do pH, considerando os pesos desses parâmetros para o cálculo do índice, visto que maiores valores para *E. coli* e valores mais distantes do pH neutro (7,0) resultam em decréscimo na qualidade destes.

A legislação abrange uma grande quantidade de parâmetros que podem ser analisados para classificação de corpos hídricos segundo a Resolução CONAMA 357/05, porém, analisando e comparando os parâmetros apresentados neste a água da Lagoa das Capivaras se enquadraria como classe 4, podendo ser utilizada apenas para navegação e harmonia paisagística.

7 TRABALHOS FUTUROS

O pH analisado neste estudo apresentou valores relativamente distantes da neutralidade, alcalino. Um estudo realizando a análise do sedimento da lagoa pode vir a explicar a origem desta alcalinidade, que não é comum em lagoas costeiras.

A sazonalidade observada na cidade de Garopaba atrai turistas durante os meses de verão, aumentando consideravelmente a população e, conseqüentemente, a produção de efluentes e resíduos que podem causar degradação ambiental. Sendo assim, um estudo durante esse período se torna fundamental para melhor compreender a presença de poluentes na água da Lagoa das Capivaras.

Para determinação correta do estado trófico da Lagoa das Capivaras, é necessária a realização da análise de Clorofila a, ficando assim sugerido para um próximo estudo.

Foi observada, durante as coletas de amostras, a existência de uma tubulação de entrada na lagoa em sua porção ao Sul, portanto é recomendável que se realize as análises de amostras de um ponto próximo à esta área.

Por fim, fica sugerido a elaboração de um estudo de viabilidade para construção de filtros biológicos que se utilizem de plantas específicas (macrófitas) capazes de tratar o efluente nas entradas de tubulações de drenagem urbana na lagoa. Além disso, um estudo para a criação de um programa municipal de incentivo a atitudes sustentáveis para pessoas físicas e jurídicas com o intuito de auxiliar como ferramenta de educação ambiental.

REFERÊNCIAS

APHA. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, Water Environmental Federation, 21 ed. Washington, 2005.

BORGES, D. V. da C. **Avaliação da qualidade da água e ocorrência de cianobactérias do ribeirão do Funil**, Ouro Preto - MG. 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988.

_____. Lei nº 7.661/88 de 16 de maio de 1988. 1988b. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

_____. Lei nº 9.985, de 10 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências

_____. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Informações de Saúde. 2013. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/SIABCbr.def>> Acessado em 21/08/2019.

_____. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II. 1997. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/pngc2.pdf>. Acessado em: 21 ago. 2019.

_____. Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. **Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Publicado no D.O.U.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Índices de Qualidade das Águas. São Paulo: CETESB, 2017.

COSTA, P. D. de; MENEZES, C. T. B. **Avaliação da Qualidade Ambiental de Ecossistemas Costeiros Articulados com Processos de Educação Ambiental: O Uso de Indicadores de Qualidade da Água por Alunos de uma Escola Pública do Município de Garopaba, SC**. Revista Tecnologia e Ambiente, v. 22, 2016, Criciúma, Santa Catarina

FARACO, C. M. O. **Educação Ambiental por Meio de Diagnóstico e Monitoramento da Lagoa Das Capivaras, em Garopaba (SC)**. Revbea, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 10-19, 2016.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. Revista Química Nova na Escola, nº22, p. 10-16, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/garopaba/panorama>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Estações Automáticas. SC – Laguna (Farol de Santa Marta). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 25 nov. 2019.

JACOMEL, F. **Conflitos Socioambientais em Áreas Úmidas na Zona Costeira Catarinense** Estudo de caso relacionado à ocupação predatória do Banhado da Palhocinha, no

Município de Garopaba, no período de 1998 a 2012. Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.

KJERFVE, Björn. **Coastal Lagoon Processes**; v. 60, p. 1-8; 1994.

MARIANO, Naiane Machado. **Diagnóstico ambiental como subsídio para recuperação de lagoas costeiras**: estudo de caso da Lagoa das Capivaras - Garopaba - SC. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2010.

MAGOSSI, L. R. **Poluição das Águas** – 23ª ed. São Paulo: Editora Moderna Ltda, 2003.

MUNARI, A. B. Memória e Percepção Ambiental de Moradores de Garopaba: um estudo de caso da Lagoa das Capivaras. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

OLIVEIRA, E. C. **Aspectos limnológicos e sanitários de uma lagoa costeira no litoral leste do Ceará – Lagoa do Batoque**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de Água** Tecnologia Atualizada – 2ª Reimpressão. São Paulo: Editora Edgard Blucher LTDA, 1998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GAROPABA. **História do Município**. 2014. Disponível em <<https://www.garopaba.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaItem/23105>>. Acesso em 08/04/2019

_____. Plano Municipal de Saneamento Básico de Garopaba. 2012.

SABESP; Norma Técnica Interna NTS 013. SÓLIDOS, Método de ensaio. São Paulo, Maio, 1997.

SILVA, L. H. S. **Cianobactérias planctônicas da Lagoa Pitanguinha**, RJ, Brasil. Revista Biociências, Taubaté, v.13, n. 1-2, p. 63-70. 2007.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto** – 3ª ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

_____. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgoto**. Exemplos de Aplicação com Planilhas. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2014. Disponível em: <<http://www.editoraufmg.com.br/sperling.zip>>. Acessado em 25/08/2019.