

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



Trabalho de Conclusão de Curso

Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos

Jaqueline Colvara de Almeida

Pelotas, 2013

Jaqueline Colvara de Almeida

**Avaliação do Índice de Qualidade da Água
na Lagoa dos Patos**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, da Universidade
Federal de Pelotas, como requisito
parcial à obtenção do título de
Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Robson Andreazza

Pelotas, 2013

Banca examinadora:

Profº. Dr. Robson Andreazza – Centro de Engenharias/UFPeI

Profº. Dr. Amauri Antunes Barcelos – Centro de Engenharias/UFPeI

Profº. Dr. Maurício Silveira Quadro – Centro de Engenharias/UFPeI

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marcos e Laura, pelo apoio incondicional e pela confiança demonstrada ao longo de minha formação pessoal e profissional e as minhas irmãs Aline e Yasmin pelo apoio e carinho.

Ao professor Robson Andreazza pela orientação no presente trabalho e ao professor Maurício Silveira Quadro por ter disponibilizado o laboratório da Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM) para a realização das análises laboratoriais.

Aos meus amigos e colegas de turma, por esses anos de parceria e amizade, em especial a Daiane e o Tiago que me auxiliaram nas coletas realizadas ao longo do projeto.

À minha colega e amiga Eveline que sempre esteve comigo em todas as horas, tanto nos momentos difíceis, em que tínhamos que passar o dia estudando para alguma prova, quanto nos momentos de descontração, como as festas da turma.

Ao meu namorado pelo apoio, carinho e compreensão dos momentos em que estive ausente pela realização deste trabalho.

Aos professores Érico Kunde Corrêa e Luciara Bilhalva Corrêa pelo incentivo e motivação ao longo do curso.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

ALMEIDA, Jaqueline Colvara de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na lagoa dos Patos**. 2013. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A Lagoa dos Patos recebe resíduos urbanos provenientes do canal São Gonçalo, além disso, resíduos de pesca que são dispostos, inadequadamente, pelos pescadores da Colônia Z3. O objetivo deste trabalho foi avaliar a, atual, condição da qualidade da água da Lagoa, local compreendido entre a Colônia dos pescadores da Z3 e o Canal São Gonçalo, utilizando o Índice de Qualidade da Água. Foram realizadas quatro coletas em oito pontos previamente escolhidos, para o cálculo do Índice de Qualidade da Água foram analisados nove parâmetros: coliformes termotolerantes, DBO, fósforo, nitrogênio, pH, sólidos totais, temperatura, turbidez e oxigênio dissolvido. As análises foram realizadas conforme o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Os resultados obtidos foram analisados com base na resolução CONAMA nº 357 de 2005. Os resultados do Índice de Qualidade da Água classificaram dos quatro pontos como de boa qualidade e outros quatro pontos como de qualidade regular. Foi observado uma alta concentração de coliformes termotolerantes, nitrogênio e fósforo, confirmando que ocorrem despejos de resíduos para o interior da lagoa e que estes resíduos alteram a qualidade da água.

Palavras chave: Índice de Qualidade da Água. Monitoramento Ambiental. Poluição Hídrica.

ABSTRACT

ALMEIDA, Jaqueline Colvara de. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The Lagoa dos Patos receives waste from the Canal São Gonçalo and wastes that are improperly disposed by fishermen from Colônia Z3. The aim of this study was to evaluate the current condition of the water quality of the Lagoa dos Patos, placed between the Colônia de Pescadores da Z3 and the Canal São Gonçalo, using the Index of Water Quality. Four samples were taken at eight points previously chosen for the calculation of the index of water quality. There were analyzed nine parameters: Thermotolerant coliforms, BOD, phosphorus, nitrogen, pH, total solids, temperature, turbidity and dissolved oxygen. The analyzes were performed as Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results of the study were analyzed according to CONAMA Resolution N° 357 of 2005. The results of the water quality index classified four points as good quality and four points as regular quality. It was observed a high concentration of thermotolerant coliforms, nitrogen and phosphorus, thus confirming that occur dumps waste into the Lagoa dos Patos, and that these residues alter water quality.

Keywords: Water Quality Index. Environmental Monitoring. Water Pollution.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Objetivos.....	14
1.1.1	Objetivo geral.....	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Poluição Hídrica.....	15
2.2	Índices de qualidade das águas.....	16
2.3	Parâmetros de qualidade das águas.....	17
2.3.1	Oxigênio dissolvido.....	17
2.3.2	Turbidez.....	18
2.3.3	Sólidos.....	18
2.3.4	Temperatura.....	19
2.3.5	pH.....	19
2.3.6	Nitrogênio.....	20
2.3.7	Coliformes termotolerantes.....	21
2.3.8	Fósforo.....	21
2.3.9	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	22
2.3.10	Demanda Química de Oxigênio.....	22
2.4	Legislação.....	22
3	METODOLOGIA.....	25
3.1	Local do Estudo.....	25
3.2	Pontos de coleta.....	26
3.3	Coletas.....	29
3.4	Parâmetros analisados.....	29
3.5	Índice de qualidade da água.....	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	Avaliação dos parâmetros segundo resolução CONAMA 357.....	37
4.2	Classificação do Índice de Qualidade da água.....	40

5	CONCLUSÃO.....	45
6	REFERÊNCIAS.....	46
	APÊNDICES	50
	Apêndice A : Tabelas com os resultados das análises dos onze parâmetros analisados.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Local da área de estudo.....	25
Figura 2	Pontos de coleta realizado na Lagoa dos Patos.....	26
Figura 3	Quadro 1- Coordenadas dos pontos de coletas.....	27
Figura 4	Ponto 1.....	28
Figura 5	Ponto 2.....	28
Figura 6	Ponto 3.....	28
Figura 7	Ponto 4.....	28
Figura 8	Ponto 5.....	28
Figura 9	Ponto 6.....	28
Figura 10	Ponto 7.....	28
Figura 11	Ponto 8.....	28
Figura 12	Quadro 2- Referente aos valores limites aceitáveis de acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005.....	33
Figura 13	Curvas médias de variação de Qualidade das Águas.....	35
Figura 14	Quadro 3 – Classificação dos resultados obtidos nas coletas de acordo com a resolução CONAMA nº357/2005.....	38
Figura 15	Gráfico referente à salinidade da água em ‰.....	39
Figura 16	Gráfico referente à concentração de sólidos totais em mg/L.....	39
Figura 17	Gráfico referente à variação de temperatura em °C.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Classificação das água.....	23
Tabela 2	Data e Estação do ano em que foram realizadas as coletas	29
Tabela 3	Diferenciação dos tipo de água, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005.....	33
Tabela 4	Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA..	36
Tabela 5	Classificação do Índice de Qualidade da Água.....	36
Tabela 6	Índice de Qualidade da Água dos oito pontos da coleta 1.....	41
Tabela 7	Índice de Qualidade da Água dos oito pontos da coleta 2.....	42
Tabela 8	Índice de Qualidade da Água dos oito pontos da coleta 3.....	42
Tabela 9	Índice de Qualidade da Água dos oito pontos da coleta 4.....	43
Tabela 10	Média do Índice de Qualidade da Água dos oito pontos de coleta.....	44

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA: Agência Nacional de Águas

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO: Demanda Biológica de Oxigênio

IQA: Índice de Qualidade de Água

mg/L: Miligrama por Litro

mL: mililitro

NTK: Nitrogênio Total kjeldahl

NMP: Número Mais Provável

OD: Oxigênio Dissolvido

pH: Potencial Hidrogeniônico

UNT: Unidade Nefelométrica de Turbidez

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos mais importantes do planeta Terra, constituindo um bem essencial a todo ser vivo (Dantas, 2008).

Estima-se que 96,54% da água que existe no mundo esteja localizada no mar, existem também muitos lagos salgados e presume-se que mais da metade da água subterrânea também seja salgada.

No geral, portanto, podemos dizer que 97,5% da água que existe é salgada. Entre os 2,5% do volume restante, há ainda muita água que não é salgada, mas que não é propriamente doce. É a chamada água salobra, o que significa que é “um pouco” salgada. Essa água salobra pode ser encontrada em alguns lagos, lagoas, deltas, pântanos e até no solo (ANA, 2012).

Um dos reservatórios de água salobra do Brasil é a Lagoa dos Patos, ela está localizada no extremo sul do Brasil, é uma das maiores lagunas costeiras do mundo com seus 265 km de comprimento e 10.000 km², de superfície. O Estuário da Lagoa dos Patos estende-se por mais de 900 km², na parte mais ao sul da Lagoa (SEELIGER et al., 1998).

Com seu conjunto de lagoas adjacentes, forma um sistema lagunar costeiro único, constituindo-se na mais importante área de criação, reprodução e alimentação para a grande parte de peixes que ocorrem no litoral Sul do Brasil (SEELIGER et al., 1998). Além disso, representa o sustento para milhares de pescadores e suas famílias.

O Canal São Gonçalo faz a ligação entre a Lagoa Mirim e a laguna Lagoa dos Patos, possui uma extensão de 62 Km e desenvolve-se no sentido Sudoeste-Nordeste. Sua profundidade média é de 6 m e sua largura varia de 200 m a 300 m. Como elemento de ligação entre as duas Lagoas, suas águas sofrem influência de ambas, podendo ocorrer a inversão do seu sentido, dependendo do desnível entre elas e da ação dos ventos (HOLZ et al., 2010).

No ano de 1977, foi construída a Barragem Eclusa de Santa Bárbara com o objetivo de controlar a entrada de água salgada na porção norte da Lagoa Mirim.

Com isso, pode-se salinizar o setor norte do Canal São Gonçalo, compreendido entre a Eclusa e a desembocadura da Lagoa dos Patos, enquanto o setor sul, compreendido entre a Eclusa e a Lagoa Mirim, não recebe água salobra (CAPITOLI; BENVENUTI, 2005).

O Canal do Pepino recebe águas superficiais de várias zonas urbanas da cidade de Pelotas, também é utilizado como canal de despejo de resíduos urbanos e de esgotamento residencial com tratamento de fossas sépticas ou não. Este canal se inicia na zona norte de Pelotas, percorre a cidade e deságua no Canal São Gonçalo, localizado numa região de menor cota do município. É importante salientar que o Canal do Pepino tem uma extensão que corta vários bairros recebendo descarga líquida de muitas zonas urbanas, portanto, os poluidores a montante recebem as águas já poluídas. Isto só vem agravar a qualidade da água que desemboca no Canal São Gonçalo (BARBOSA, 2004 apud SÁ, 2005).

É importante salientar que o processo de expansão urbana provoca aumento de demanda pelos serviços de abastecimento de água, levando à ocupação das áreas próximas aos mananciais além de sua capacidade suporte e também à adoção de modelos de uso do solo incompatíveis com a sua função de abastecimento público (RIBEIRO, 2009).

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e de ações antropogênicas, em função do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, seja por meio de uma forma concentrada, com a geração de efluentes domésticos ou industriais, ou de uma forma dispersa com a aplicação de insumos agrícolas e manejo inadequado do solo, contribuindo para a incorporação de compostos orgânicos e inorgânicos nos cursos de água e desta forma, alterando diretamente a sua qualidade (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

A Lagoa dos Patos recebe uma grande quantidade de resíduos urbanos, que vem através do canal São Gonçalo, além dos resíduos de pesca que são dispostos inadequadamente pelos pescadores da colônia Z3. Estes resíduos lançados na lagoa podem alterar a qualidade da água, causando impactos ambientais negativos.

Uma das formas de se avaliar os impactos causados pela interferência humana em sistemas aquáticos é a caracterização da qualidade da água,

possibilitando seu manejo de forma correta e, até mesmo, a sua remediação. O acompanhamento do estado dos recursos hídricos é de fundamental importância, pois é pela poluição que são inseridas substâncias nocivas, tóxicas ou patogênicas que modificam as características físicas, químicas e biológicas do meio ambiente aquático (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), o estabelecimento de um parâmetro que indique a qualidade das águas é uma ferramenta importante para nortear ações de planejamento e gestão.

A partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA) que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para abastecimento público (CETESB, 2013).

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo de cada uma delas e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores (CETESB, 2013). Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação devido ao lançamento de esgotos domésticos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral:

Avaliar a qualidade da água de parte da Lagoa dos Patos, compreendido entre a Colônia Z3 e o Canal São Gonçalo.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Monitorar os atributos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos da água.
- Estabelecer um Índice de Qualidade de Água para a Lagoa dos Patos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Poluição hídrica

A água é um elemento essencial à manutenção da vida e é o constituinte inorgânico mais encontrado na matéria viva, sendo responsável por mais de 60% do peso do homem (SPERLING, 2005).

A Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei 6.938/81 define poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental decorrente de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e ao bem-estar da população, além do mais, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, influenciem desfavoravelmente a biota, às condições estéticas e sanitárias do ambiente ou lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Para Braga et al. (2005), a poluição da água está associada com a alteração de suas características físicas, químicas ou biológicas, sejam elas ocasionadas por causas naturais ou provocadas pelo homem. Em virtude disso, estes poluentes podem alterar também as outras características da água (PEREIRA, 2004). Desta forma, o conhecimento das interações entre estas é de grande importância para que se possa lidar da melhor forma possível com as fontes de poluição.

A variação da qualidade da água não está obrigatoriamente associada somente a aspectos estéticos. Já que, a água de aparência satisfatória para um determinado uso pode conter microorganismos patogênicos e substâncias tóxicas para determinada espécie e águas com aparência desagradável podem ser utilizadas para determinados usos. Para Sperling (2005), poluição hídrica é o acréscimo de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água de modo que prejudique os legítimos usos que dele podem ser realizados ou esperados. A poluição deve estar associada também com o uso que se faz da água (BRAGA et al., 2005).

Para Sperling (2005), o maior problema da poluição por esgotos domésticos é o consumo de oxigênio dissolvido. A alteração da qualidade da água em corpos d'água, proveniente de despejo de esgoto doméstico pode trazer uma série de

problemas à população, tais como a proliferação de doenças de transmissão hídrica, proliferação de insetos, ocorrência de odores entre outros.

Outro problema ocasionado pela poluição dos corpos hídricos é o fenômeno de eutrofização, que consiste no aumento da concentração de nutrientes, principalmente, fósforo e nitrogênio. A consequência mais importante da eutrofização é o florescimento de cianobactérias, as quais produzem diferentes tipos de toxinas, podendo ocasionar graves problemas à saúde humana e mesmo a morte de seres humanos e animais quando ingeridos ou em contato com as pessoas (TUNDISI, 2008).

Os poluentes podem ser inseridos no meio aquático de forma pontual ou difusa. As cargas pontuais são introduzidas por lançamentos individualizados, elas são facilmente identificadas e, portanto, seu controle é feito mais facilmente e rapidamente. Já as cargas difusas não têm um ponto de lançamento específico, sendo assim é muito difícil o seu controle (BRAGA et al., 2005).

2.2. Índices de Qualidade das Águas

De acordo com a Cetesb (2013), os índices e os indicadores ambientais apareceram como resultado da preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo esse que necessita de um grande número de informações em graus de complexidade cada vez maiores. Por outro lado, os indicadores tornaram-se essenciais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos.

As principais vantagens dos Índices são as facilidades de comunicação com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de refletir uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade. Entretanto, sua principal desvantagem consiste na ausência de informação das variáveis individuais e da sua interação. O índice, apesar de conceder uma avaliação integrada, jamais substituirá uma avaliação detalhada da qualidade das águas de uma determinada bacia hidrográfica (CETESB, 2013).

As variáveis de qualidade, que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgotos domésticos. É importante também destacar que este Índice foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas, tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos referentes ao tratamento dessas águas (CETESB, 2013).

A crescente urbanização e industrialização das cidades têm como consequência um maior comprometimento da qualidade das águas dos rios e reservatórios, devido, principalmente, à maior complexidade de poluentes que estão sendo lançados no meio ambiente e à deficiência do sistema de coleta e tratamento dos esgotos gerados pela população (CETESB, 2013).

Para o Índice de qualidade das águas foram determinadas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro (CETESB, 2013).

2.3. Parâmetros de Qualidade das Águas

A água, devido às suas propriedades de solvente e à sua habilidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, que definirão sua qualidade. Esta qualidade é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma água é função das condições naturais e da interferência dos seres humanos (Sperling, 2005).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que representam as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

As características físicas, químicas e biológicas das águas naturais decorrem de uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das capacidades de dissolução de uma ampla gama de substâncias e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (LIBÂNIO, 2005).

2.3.1. Oxigênio Dissolvido

O Oxigênio Dissolvido (OD) é de fundamental importância para os organismos aeróbios, como, por exemplo, os peixes que precisam do oxigênio dissolvido na água para a sua sobrevivência (FUZINATTO, 2009).

As baixas concentrações de oxigênio dissolvido são indícios de processos de oxidação de substâncias lançadas nos rios. Quando se considera apenas a concentração de oxigênio dissolvido, as águas poluídas tendem a serem aquelas que apresentam baixa concentração de OD, devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos. Enquanto que, as águas limpas tendem a apresentar concentrações de OD elevadas, atingindo níveis pouco abaixo da concentração de saturação (FUZINATTO, 2009).

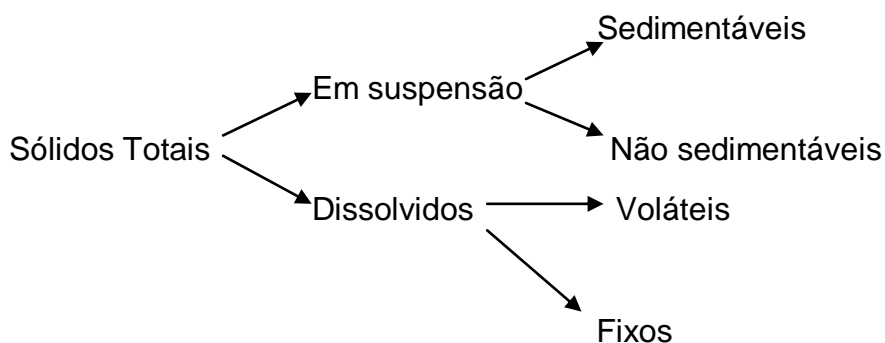
2.3.2. Turbidez

A turbidez demonstra o grau de interferência com a passagem de luz através da água, atribuindo uma aparência turva à mesma. Seus constituintes responsáveis são os sólidos em suspensão (SPERLING, 2005).

A turbidez apresenta origem natural, ou seja, partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microorganismos ou de origem antrópica como despejos domésticos, despejos industriais e erosão. A sua origem natural não demonstra inconvenientes sanitários, exceto esteticamente. A sua origem antrópica pode estar relacionada a presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos. Por diminuir a penetração de luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água. É medida através de unidades de turbidez (SPERLING, 2005).

2.3.3. Sólidos

A presença dos sólidos pode estar associada tanto a características químicas como biológicas, os sólidos presentes na água podem ser distribuídos da seguinte forma (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud BENEDET, 2008):



Os sólidos em suspensão são as partículas capazes de serem retidas por processos de filtração. Os sólidos dissolvidos são compostos por partículas com diâmetro inferior a 3-10µm e que continuam em solução mesmo após a filtração. A existência de sólidos na água pode ocorrer de forma natural (processos erosivos, orgânicos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamento de lixo e esgoto). Mesmo que os parâmetros de turbidez e os sólidos estejam associados, eles não são absolutamente equivalentes.

O padrão de potabilidade refere-se apenas a sólidos totais dissolvidos, com um limite de 1000mg/l, tendo em vista que essa parcela demonstra a influência do lançamento de esgotos, além de afetar a qualidade organoléptica da água (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006 apud BENEDET, 2008).

2.3.4. Temperatura

A temperatura pode ser definida como uma medida da intensidade de calor, apresenta origem natural, ou seja, transferência de calor por radiação, condução e convecção. A origem antrópica deve-se, especialmente, aos despejos industriais, as altas temperaturas aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases (SPERLING, 2005).

Os organismos aquáticos são prejudicados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que provoca impactos sobre seu crescimento e reprodução. Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. Entretanto, o lançamento de efluentes com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água (BRASIL- ANA, 2013).

2.3.5. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH representa a concentração de íons H^+ promovendo uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade na água. A faixa de pH é de 0 a 14. O constituinte responsável pelo pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e de gases dissolvidos (SPERLING, 2005).

A sua origem natural deve-se à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, à oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese. A sua origem

antropogênica deve-se aos despejos domésticos (degradação de matéria orgânica) ou industriais (lavagem ácida de tanques, por exemplo). Este parâmetro não apresenta riscos em termos de saúde pública, a menos que seu valor seja muito baixo ou muito alto, podendo provocar irritações nos olhos e na pele. Os valores afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática. Os valores muito altos podem estar associados à proliferação de algas. A neutralidade ocorre com pH igual a 7,0. Valores abaixo disso causam condições ácidas e valores acima condições básicas (SPERLING, 2005).

2.3.6. Nitrogênio

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se transforma entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático o nitrogênio pode ser detectado sob a forma molecular (N_2), como amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+), nitrito (NO^{2-}) e nitrato (NO^{3-}). A forma do constituinte responsável pela ocorrência do nitrogênio na água são os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos (SPERLING, 2005).

A sua origem natural é em virtude do mesmo ser constituinte de proteínas e vários outros compostos biológicos, além de ser constituinte da composição celular de microrganismos. A sua origem antropogênica deve-se aos despejos domésticos, despejos industriais, uso de fertilizantes e excrementos de animais (SPERLING, 2005).

O nitrogênio é um elemento fundamental para o crescimento de algas, podendo conduzir a processos de eutrofização do corpo hídrico em algumas ocasiões. Nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, tem-se o consumo de oxigênio dissolvido no meio, podendo prejudicar a biota local (SPERLING, 2005).

A forma encontrada do nitrogênio no corpo d'água pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição ocasionada por despejo doméstico no mesmo. Em caso de poluição recente, o nitrogênio encontra-se, principalmente, sob a forma de nitrogênio orgânico ou amônia e em caso de poluição antiga, basicamente, sob a forma de nitrato. Nos esgotos domésticos brutos prevalecem as formas orgânicas e amônia (SPERLING, 2005).

2.3.7. Coliformes termotolerantes

O grupo coliforme é constituído por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gran-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão relacionadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2008).

As bactérias coliformes termotolerantes multiplicam-se ativamente a 44,5°C e tem a habilidade de fermentar carboidratos. A utilização das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária se apresenta mais significativa que o uso das bactérias coliformes totais, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

A definição da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, desinteria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

2.3.8. Fósforo

O fósforo na água apresenta-se basicamente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fosfato orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem a necessidade de conversão a formas mais simples. Os ortofosfatos mais detectados na água são o PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- e H_3PO_4 . A sua presença na água ocorre em função da presença de sólidos em suspensão e dos sólidos dissolvidos. A sua origem natural é devido à dissolução de compostos do solo e a decomposição da matéria orgânica. A sua origem antropogênica ocorre devido aos despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e uso de fertilizantes (SPERLING, 2005).

Assim como acontece com o nitrogênio, o fósforo é um elemento essencial ao crescimento de algas e, em grande quantidade pode causar processo de eutrofização dos corpos d'água. Além disso, é um elemento indispensável também para o crescimento dos microrganismos que estabilizam a matéria orgânica (SPERLING, 2005).

2.3.9. Demanda bioquímica de oxigênio

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar (oxidar) a matéria orgânica, através de processos bioquímicos de decomposição. Os processos são executados por bactérias aeróbias, para transformar a matéria orgânica em uma forma inorgânica estável. Trata-se de uma medida indireta da quantidade de matéria orgânica (carbono orgânico biodegradável) (SPERLING, 2005).

A DBO é reconhecida como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Quando o período de incubação da DBO é de 5 dias, em uma temperatura de incubação de 20°C, a DBO é conhecida como DBO_{5,20}. A DBO se torna elevada num corpo d'água quando acontecem despejos de origem, predominantemente, orgânica. A existência de um alto teor de matéria orgânica pode resultar no completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008).

2.3.10. Demanda química de oxigênio

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica em um corpo hídrico através de um agente químico (CETESB, 2008). A elevação da concentração de DQO num corpo d'água é ocasionado, na maioria das vezes, por despejos de origem doméstica e industrial (CETESB, 2008).

A DQO é um parâmetro indispensável nos estudos de descrição de esgotos sanitários e de efluentes industriais. É interessante a utilização da DQO conjuntamente com a DBO para observar a parcela biodegradável dos despejos (CETESB, 2008).

2.4. Legislação

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos teve sua implantação ordenada pela Constituição de 1988. Em atendimento a este princípio constitucional, foi promulgada a Lei nº 9.433, em 9/1/1997, que instituiu a Política

Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Braga et al., 2005).

São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos assegurar a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos (Braga et al., 2005).

A resolução CONAMA nº 357 de 2005, “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes”. Além disso, estabeleceu a Classificação das águas (doces, salinas e salobras) e, para cada uma delas, foram estabelecidos limites e/ou condições em função de sua destinação final ou segundo seus usos preponderantes.

De acordo com conceituação adotada pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (CAPÍTULO I, Artigo 2º):

- Águas Doces: são águas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰;
 - Águas Salobras: são águas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰;
 - Águas Salinas: são águas com salinidade igual ou superior a 30‰;
- (BRASIL- CONAMA, 2005).

Classificação das águas:

Tabela 1: Classificação das águas

Tipos de água	Classes
Águas Doces	Especial, 1, 2,3 e 4.
Águas Salinas	Especial, 1, 2, 3.
Águas Salobras	Especial, 1, 2, 3.

Segundo a mesma resolução, o Enquadramento consiste “no estabelecimento de uma meta ou objetivo de qualidade da água (Classe) a ser alcançado ou mantido em um curso d’água, considerando os usos ao longo do tempo”.

Da classificação dos corpos de água (CAPÍTULO 2, Artigo 6º)

Seção II, Águas salobras.

As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à aquicultura e à atividade de pesca;
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e
- e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística (BRASIL-CONAMA,2005).

3. METODOLOGIA

3.1. Local de estudo

O estudo foi desenvolvido no Município de Pelotas-RS, na Lagoa dos Patos, local compreendido entre o Canal São Gonçalo e a Colônia Z3 (Figura 1). O Canal São Gonçalo faz a ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos. A Colônia de Pescadores da Z3 é uma sociedade de pescadores profissionais artesanais, localizada na cidade de Pelotas. É classificada como pertencente à Zona Rural do Município, já que pertence ao 2º Distrito, chamado de Colônia Z3 (FIGUEIRA, 2009).

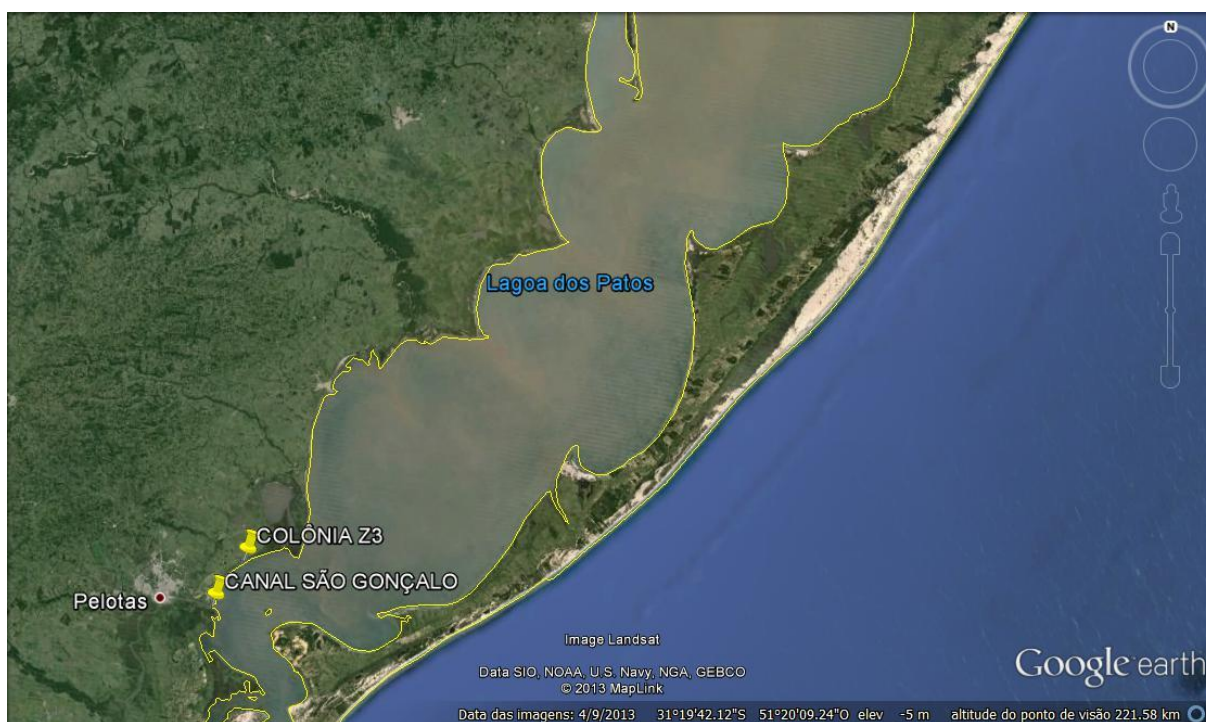


Figura 1: Local da área de estudo

Fonte: Google earth

3.2. PONTOS DE COLETA

As coletas de amostras de água foram realizadas no ano de 2013, foram definidos previamente, oito pontos para a realização das coletas (Figura 2).



Figura 2: Pontos de coleta realizado na Lagoa dos Patos

Fonte: Google earth

Para a obtenção das coordenadas foi utilizado um GPS do modelo 60CSx da Garmin.

Pontos	Descrição	Coordenadas (S)	Coordenadas (W)
P1	localizados dentro da colônia de pescadores da Z3, local onde ocorre a entrada e saída dos barcos dos pescadores.	31°42'05.5"	52°09'17.1"
P2	localizados dentro da colônia de pescadores da Z3, local onde ocorre a entrada e saída dos barcos dos pescadores.	31°42'03.7"	52°09'17.3"
P3	localizado próximo ao ecocamping.	31°42'37.4"	52°10'10.6"
P4	localizado próximo ao ecocamping.	31°42'54.5"	52°10'44.6"
P5	localizado no Bairro Barro Duro	31°44'17.8"	52°12'42.5"
P6	localizado no Balneário Santo Antônio	31°44'59.7"	52°13'25.7"
P7	localizados no Balneário Santo Antônio	31°45'44.1"	52°13'38.3"
P8	localizado no Pontal da Barra, próximo ao canal São Gonçalo.	31°47'05.4"	52°13'14.5"

Figura 3: Quadro 1- Coordenadas dos pontos de coletas



Figura 4: PONTO 1



Figura 5: PONTO 2



Figura 6: PONTO 3



Figura 7: PONTO 4



Figura 8: PONTO 5



Figura 9: PONTO 6



Figura 10: PONTO 7



Figura 11: PONTO 8

Tabela 2: Data e estação do ano em que foram realizadas as coletas.

Data da coleta	Estação do ano
11/01/2013	Verão
01/02/2013	Verão
03/04/2013	Outono
26/06/2013	Outono

3.3. COLETAS

As coletas foram realizadas nos meses de Janeiro, Fevereiro, Abril e Junho, ao todo foram quatro coletas, onde foram coletadas amostras de água e analisados diversos parâmetros de interesse para a avaliação da poluição das águas.

Para a realização da análise dos parâmetros físicos e químicos, as amostras foram coletadas em frascos plásticos com capacidade de 2 litros. Porém, para a análise dos parâmetros biológicos foram utilizados frascos de vidro de 250 mL, devidamente autoclavados e analisados antes de serem completadas 24 horas de armazenamento.

3.4. PARÂMETROS ANALISADOS

Os parâmetros analisados para realizar o Índice de Qualidade da Água foram:

- Coliformes termotolerantes;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO);
- Fósforo;

- NTK;
- Oxigênio Dissolvido (OD);
- pH;
- Sólidos Totais;
- Temperatura;
- Turbidez.

As análises de pH, temperatura, salinidade e OD foram realizadas “*in loco*” no dia da coleta, com o equipamento Medidor Multiparâmetro portátil HANNA instruments modelo HI 769828 para análises de água. Os outros parâmetros foram aferidos no Laboratório de Águas e Efluentes da Agência de Desenvolvimento da Lagoa Mirim. Além disso, foram analisados mais dois parâmetros que não foram utilizados no IQA:

- Demanda química de oxigênio (DQO);
- e a salinidade.

Todos os métodos foram analisados conforme metodologia descrita por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (EATON et al., 2005).

Análise de coliformes termotolerantes

A análise dos coliformes termotolerantes foi realizada no máximo 24 h após a coleta, pegou-se 15 tubos contendo 10,0 mL cada, do meio A1 – Medium, colocou-se 10,0 mL em 5 tubos, 1,0 mL em mais 5 tubos, e 0,2 mL nos 5 tubos restantes. Posteriormente, colocou-se os tubos em estufa a 105°C durante 3 horas, passado este período, colocou-se por 21 horas em banho Maria, a 45°C. Logo após analisou-se se existem bolhas no tubo de Duran ou se o meio está turvo, se ocorrer qualquer um dos dois casos, existe a presença de coliformes. Após a contagem dos tubos, se buscou em uma tabela qual o número mais provável (NMP) de coliformes presentes na amostra.

Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)

Para cada amostra foram utilizados três frascos de DBO, um identificado como inicial e dois outros finais, juntamente com as amostras colocou-se dois frascos com água de diluição inicial e final e mais dois frascos de semente inicial e final.

Após a identificação, colocou-se em uma proveta de 1000 mL o conteúdo desejado de amostra e se completou o volume até alcançar o menisco com água de diluição e transferiu-se para o frasco de DBO identificado previamente. Nos frascos de DBO da semente, acrescentou-se o 1,0 mL do RBA e completou-se com a água de diluição, nos frascos da água de diluição, só colocou-se a mesma.

Removeu-se as pequenas bolhas que porventura tenham se formado, os frascos identificados como iniciais foram analisados de imediato para a determinação de OD inicial e os frascos finais foram incubados a 20°C para determinação do OD após 5 dias. Após os 5 dias de incubação, a 20°C, as amostras foram tituladas com Tiosulfato.

Fósforo

Para a análise de fósforo, foi utilizado 50,0 mL de amostra, colocados em um balão volumétrico de fundo chato de 100,0 mL, adicionou-se 2 gotas de fenolftaleína e NaOH até coloração rosa constante, o volume foi completado com água destilada até atingir o menisco.

Retirou-se com proveta um volume de 35,0 mL do balão de 100,0 mL e transferiu-se para um balão de 50,0 mL, adicionou-se 10,0 mL de vanádio molibdato, foi adicionada água destilada e aguardou-se por 40 minutos para fazer a leitura da amostra em um espectrofotômetro, em comprimento de onda de 470 nm.

Nitrogênio Total kjeldahl (NTK)

Foi Adicionado 50,0 mL de amostra em um tubo de digestão, colocou-se 1 colher de chá do reagente de digestão (Solução R-4) e 5,0 mL de ácido sulfúrico p.a e levou-se ao microdigestor Kjeldahl na capela, a uma temperatura entre 380° C e

400° C até a turbidez ter desaparecido ou a coloração da amostra seja transparente ou verde pálido.

Após a digestão, levou-se a amostra ao destilador até obter um volume aproximado de 200 mL, logo após titulou-se o destilado com H_2SO_4 0,02 N livre de amônia.

Sólidos Totais

As cápsulas de porcelana foram taradas previamente, logo após foi adicionado 100,0 mL de amostra em cada cápsula e, logo em seguida transferidas para a estufa, a 105° C até atingir peso constante.

Demanda química de oxigênio (DQO)

Foi adicionado 2,5 mL de amostra nos tubos de DQO contendo dicromato de potássio e ácido sulfúrico, logo após os tubos foram transferidos para o dry block durante 2 horas, a 150°C.

Posteriormente, transferiu-se o conteúdo de cada tubo para um erlenmeyer de 50,0 mL e adicionou-se 3 gotas de solução indicadora ferroína após, a amostra foi titulada com sulfato ferroso amoniacal.

Turbidez

A turbidez foi determinada através da leitura da amostra em um espectrofotômetro, em um comprimento de onda de 580 nm.

Conforme a resolução CONAMA 357, para os corpos d'água da classe especial não se admite qualquer modificação por ação antropogênica, ou seja, prevê que sua condição seja mantida ao natural. Esta classe não tem padrões de qualidade pré-definidos, por meio da concentração dos parâmetros indicativos de contaminação.

PARÂMETROS	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
Coliformes Termotolerantes(NMP)	≤ 200	≤ 2500	≤ 4600
Fósforo (mg/L)	0,124	0,186	$> 0,186$
NTK (mg/L)	0,40	0,70	$> 0,70$
OD (mg/L O ₂)	≥ 5	≥ 4	≥ 3
pH	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	5 a 9
Sólidos Totais (mg/L)	VA	VA	VA
Turbidez (NTU)	VA	VA	VA

VA = Virtualmente ausente

Figura 12: Quadro 2- Referente aos valores limites aceitáveis pela Resolução CONAMA nº 357.

A resolução CONAMA Nº 357/2005 refere-se à salinidade para caracterizar o tipo de água de acordo com a quantidade de sais nela dissolvidos. Na tabela 3 são apresentados os valores limites instituídos para as classes de água de acordo com a salinidade citada nesta legislação.

Tabela 3: Diferenciação dos tipos de água, de acordo com a Resolução CONAMA Nº 357/2005

SALINIDADE (‰)	TIPO DE ÁGUA
$\leq 0,5$	Água Doce
0,5 e < 30	Água Salobra
> 30	Água Salina

Os parâmetros de DQO, DBO e temperatura não possuem limites estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005.

3.5. Índice de Qualidade da Água

O IQA foi calculado pelo produtório ponderado da qualidade de água correspondentes às variáveis que integram o índice.

A seguinte fórmula é utilizada:

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

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido a partir da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

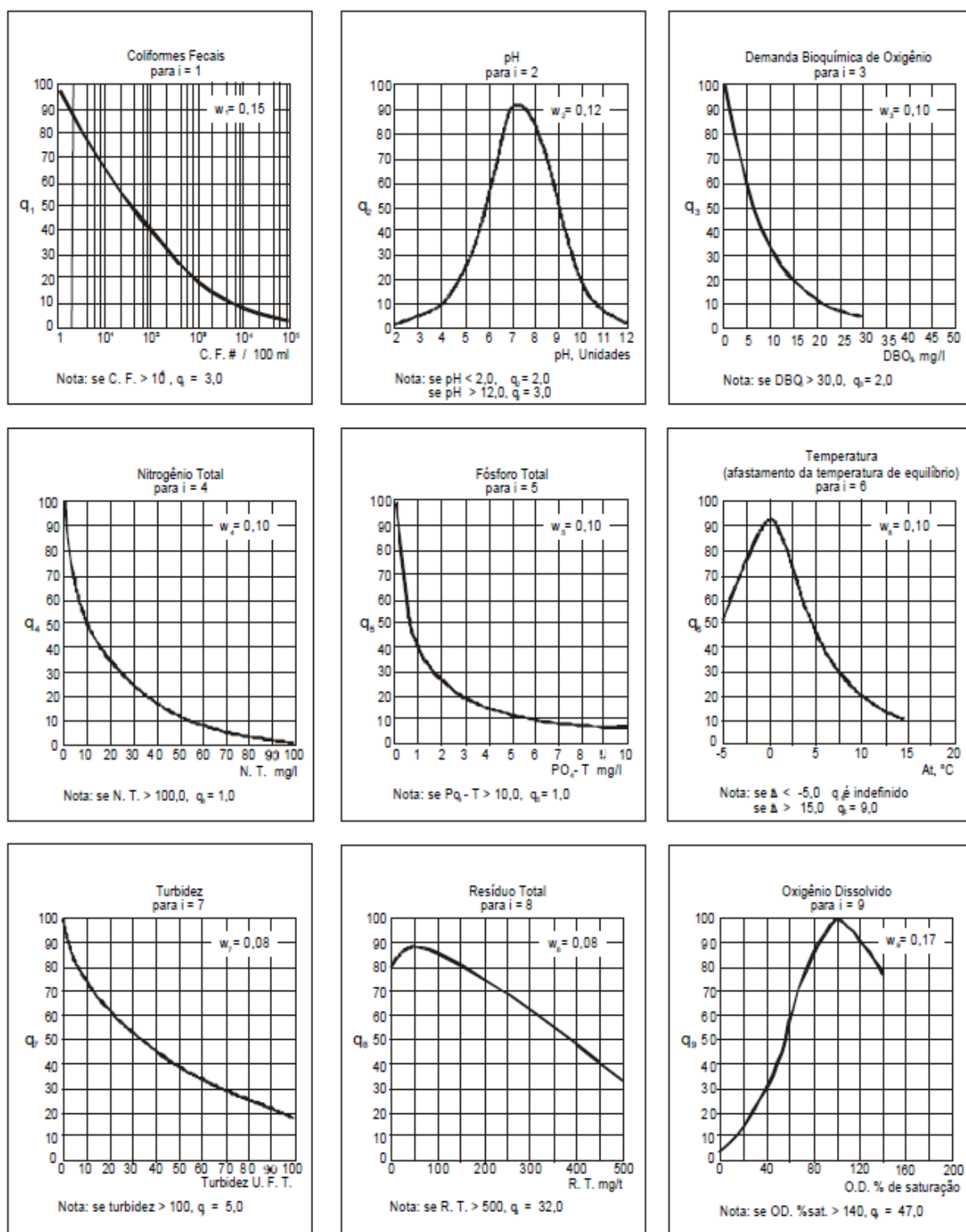


Figura 13 - Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas

Fonte: CETESB

Tabela 4: Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes(NMP)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio	0,10
DBO _{5,20} (mg/L)	
Temperatura(°C)	0,10
Nitrogênio total (mg/L)	0,10
Fósforo total (mg/L)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg/L)	0,08

Fonte: CETESB

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100.

Tabela 5: Classificação do IQA

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

Fonte: CETESB

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação dos parâmetros segundo a resolução CONAMA 357/2005.

Na figura 14 está apresentada a média dos resultados obtidos nos oito pontos de coleta de água. De acordo com os parâmetros analisados, todas as amostras demonstraram níveis de coliformes para a Classe 2. A presença dos coliformes termotolerantes demonstra que ocorre a poluição fecal proveniente de fezes de animais de sangue quente e/ou humanos, principalmente, nos despejos domésticos produzidos e despejados no entorno da Lagoa.

A concentração de fósforo e nitrogênio encontrada em todas as coletas estão acima do limite permitido pela resolução CONAMA 357, sendo assim, estão classificados como Classe 3. O nitrogênio e o fósforo são um dos principais nutrientes para os processos biológicos, porque quando presentes em altas concentrações podem ocasionar o fenômeno de eutrofização, que consiste no excesso destes nutrientes, podendo causar um aumento excessivo de algas na água (BRASIL – ANA, 2013).

A média da concentração de OD nas coletas 1 e 3 foram superiores a 5mg/L O₂, sendo classificada como Classe 1. Na coleta 2, não foi inferior a 4mg/L O₂, estando enquadrada na Classe 2, somente a coleta 4 está enquadrada na Classe 3 por ter tido concentração não inferior a 3mg/L O₂. O oxigênio dissolvido é vital para a preservação da vida aquática, já que organismos como os peixes precisam de oxigênio para respirar (BRASIL – ANA, 2013). As baixas concentrações de oxigênio dissolvido indicam que a água pode estar poluída por efluentes, pois o OD é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica, e juntamente com outros fatores, pode ocasionar a mortandade de peixes e redução da biodiversidade dos corpos hídricos (BRASIL – ANA, 2013).

A concentração média de pH encontrada nas coletas, ficaram entre 6,5 e 8,5, se enquadrando no padrão de classificação de Classe 1. O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas (BRASIL – ANA, 2013). Alterações nos

valores de pH podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

Os sólidos totais e a turbidez estão dentro do padrão da Classe 3, pois estes estão virtualmente presentes na média de todas as coletas. A alta concentração de sólidos e de turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e das algas, esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas (CETESB, 2013).

A turbidez e a cor elevada dificultam a penetração dos raios solares e apenas poucas espécies resistentes às condições severas de poluição conseguem sobreviver.

PARÂMETRO	Coleta 1			Coleta 2			Coleta 3			Coleta 4		
Coliformes termotolerantes		1600			1600			1600			1600	
Fósforo (mg/L)			1,12			2,52			18,0			28,13
NTK (mg/L)			8,82			4,25			3,15			2,94
OD (mg/L O ₂)	7,05				4,01		7,18					3,00
Ph	7,88			8,12			8,04			8,23		
Sólidos totais			VP			VP			VP			VP
Turbidez (NTU)			VP			VP			VP			VP

Quadrado verde= classe 1, quadrado amarelo=classe 2, quadrado vermelho=classe3

VP = virtualmente presente

Figura 14: Quadro 3- Classificação dos resultados obtidos nas coletas de acordo com a resolução CONAMA 357/2005.

Salinidade

A resolução CONAMA Nº 357/2005 refere-se à salinidade para caracterizar o tipo de água de acordo com a quantidade de sais nela dissolvidos. Em todas as coletas os resultados da salinidade estiveram entre 0,5‰ e 30‰, ou seja, a água classifica-se como salobra.

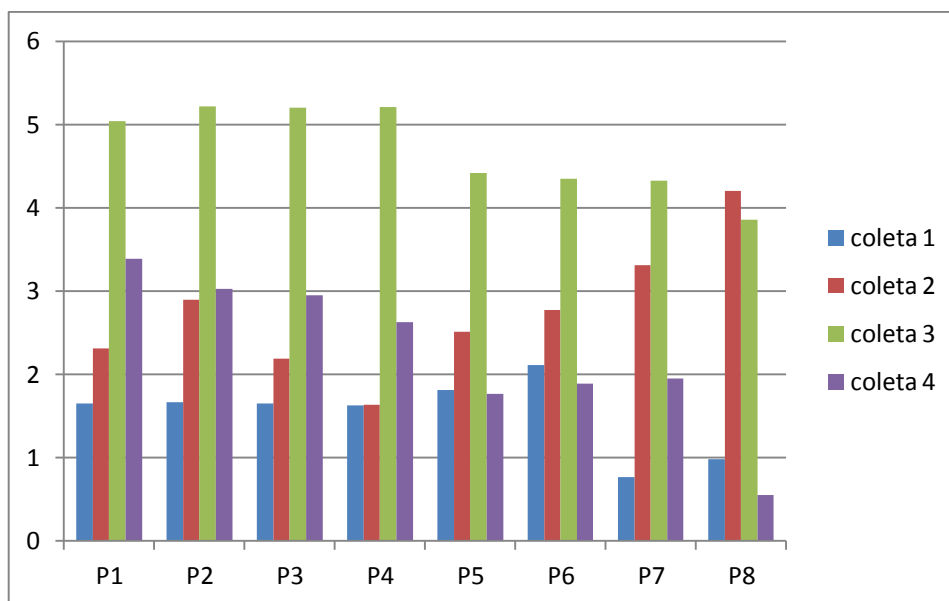


Figura 15: Gráfico referente à salinidade da água em ‰

Sólidos Totais

Os sólidos totais obtiveram máxima concentração dentre as amostragens na coleta 3, realizada no mês de abril estação de outono. Os valores médios de sólidos totais estão apresentados na (figura 16). Observou-se que quando a salinidade está elevada a quantidade de sólidos também se eleva, devido a maiores concentrações de sais dissolvidos na água.

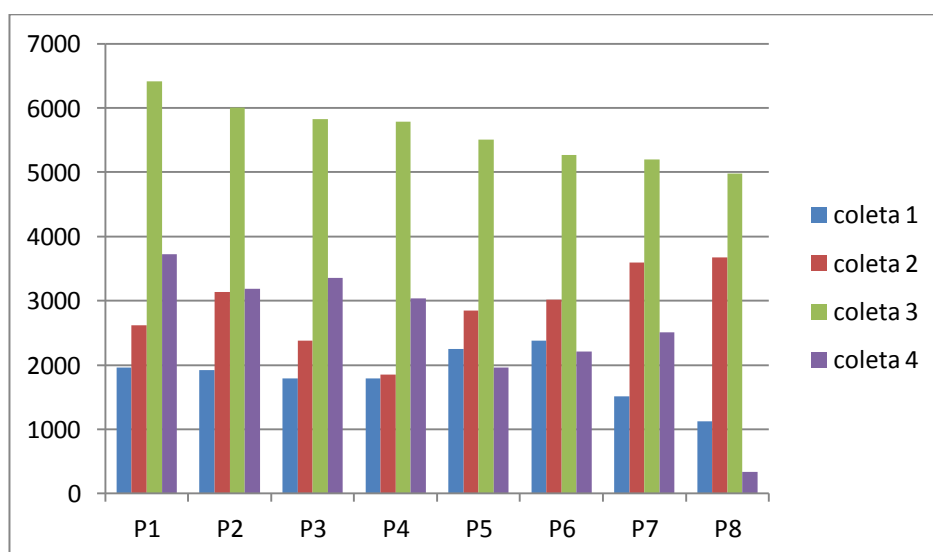


Figura 16: Gráfico referente a concentração de sólidos totais em mg/L.

Temperatura

A resolução CONAMA Nº 357/2005 não estabelece um valor limite para a água salobra. As coletas 1 e 2, não apresentaram variações significativas, pois estas duas coletas foram realizadas nos meses de Janeiro e Fevereiro, meses de verão e apresentaram valores conforme Figura 17.

Já na terceira coleta, houve uma pequena diminuição da temperatura que passou de 27°C para 25°C, isto porque foi realizada no mês de abril, onde já se iniciou o outono. Na quarta coleta, houve uma queda brusca das temperaturas, de 25°C para 14°C, pois esta foi realizada no mês de junho, o que caracteriza temperaturas bem mais baixas.

A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais, os resultados obtidos nas coletas comprovaram a não variação da temperatura, indicando assim que não ocorreu contaminação ambiental térmica.

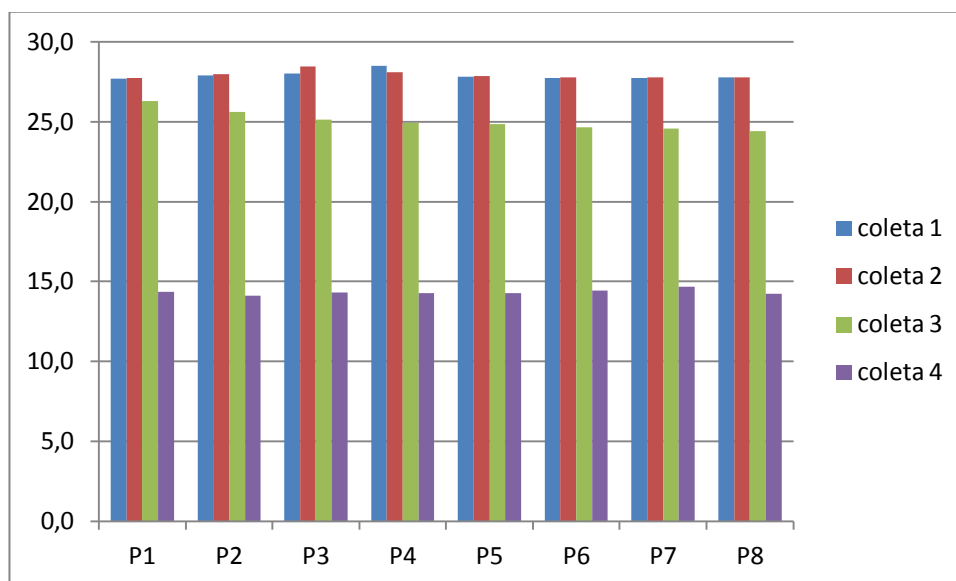


Figura 17: Gráfico referente à variação de temperatura em °C.

4.2. Classificação do Índice de Qualidade da Água

A partir dos dados levantados nas coletas realizadas nos oito pontos de coleta, foram analisados nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA.

Os resultados das análises do IQA refletem as condições da Lagoa no exato momento da coleta, dessa forma podem apresentar resultados variados ao longo do dia e apresentar resultados diferenciados.

Observou-se que na coleta 1, o P1 e o P2 apresentaram respectivamente um IQA de 43,35 e 50,95 obtendo-se assim uma água de qualidade regular. O P3 obteve uma boa qualidade de água, apresentou um IQA de 55,56, o P4 apresentou um IQA de 53,52, obtendo-se uma boa qualidade da água, o P5 apresentou um IQA de 55,12, obtendo-se uma boa qualidade da água, o P6 obteve uma água de qualidade regular, ou seja, apresentou um IQA de 51,03, o P7 apresentou um IQA de 53,91, obtendo-se uma boa qualidade da água e o P8 apresentou um IQA de 44,89, obtendo-se uma água de qualidade regular (Tabela 6).

Tabela 6: índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados na coleta 1.

COLETA 1		
Pontos	Valor IQA	Nível de Qualidade
P1	43,35	Regular
P2	50,95	Regular
P3	55,56	Boa
P4	53,52	Boa
P5	55,12	Boa
P6	51,03	Regular
P7	53,91	Boa
P8	44,89	Regular

Observou-se que na coleta 2, o P1 e o P2 apresentaram respectivamente um IQA de 37,27 e 47,79 obtendo-se assim uma água de qualidade regular. O P3 obteve uma boa qualidade de água, apresentou um IQA de 57,17, o P4 apresentou um IQA de 50,78, obtendo-se uma qualidade da água regular, o P5 apresentou um IQA de 57,46, obtendo-se uma boa qualidade da água, o P6 apresentou um IQA de 61,74, obtendo-se uma água de boa qualidade, o P7 apresentou um IQA de 52,85, obtendo-se uma boa qualidade da água e o P8 apresentou um IQA de 45,07, obtendo-se uma água de qualidade regular (Tabela 7).

Tabela 7: índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados na coleta 2.

COLETA 2		
Pontos	Valor IQA	Nível de Qualidade
P1	37,27	Regular
P2	47,79	Regular
P3	57,17	Boa
P4	50,78	Regular
P5	57,46	Boa
P6	61,74	Boa
P7	52,85	Boa
P8	45,07	Regular

Observou-se que na coleta 3, o P1 apresentou um IQA de 27,97, obtendo-se assim uma água de qualidade ruim. O P2 e o P3 apresentaram, respectivamente um IQA de 62,23 e 60,41, obtendo-se uma água de qualidade boa, o P4 apresentou uma qualidade da água regular, ou seja, obteve um IQA de 50,53, o P5 apresentou um IQA de 62,35, obtendo-se uma boa qualidade da água, o P6 obteve uma água de boa qualidade, apresentando um IQA de 63,55, o P7 apresentou um IQA de 63,55, obtendo-se uma boa qualidade da água e o P8 apresentou um IQA de 40,03, obtendo-se uma água de qualidade regular (Tabela 8).

Tabela 8: Índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados na coleta 3.

COLETA 3		
Pontos	Valor IQA	Nível de Qualidade
P1	27,97	Ruim
P2	62,23	Boa
P3	60,41	Boa
P5	62,35	Boa
P6	63,55	Boa
P7	63,55	Boa
P8	40,03	Regular

Na quarta coleta obteve-se uma piora na qualidade da água, observou-se que na coleta 4, o P1 e o P2 apresentaram, respectivamente um IQA de 20,81 e 21,54, obtendo-se assim uma água de qualidade ruim. O P3 obteve uma qualidade de água regular, apresentando um IQA de 39,35, o P4 apresentou um IQA de 36,05,

obtendo-se uma qualidade da água regular, o P5 obteve uma qualidade da água regular, apresentando um IQA de 42,46, o P6 apresentou um IQA de 38,15, obtendo-se uma água de qualidade regular, o P7 obteve uma qualidade da água regular, ou seja, apresentou um IQA de 46,34, e o P8 apresentou um IQA de 31,64, obtendo-se uma água de qualidade ruim (Tabela 9).

Tabela 9: Índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados na coleta 4.

COLETA 4		
Pontos	Valor IQA	Nível de Qualidade
P1	20,81	Ruim
P2	21,54	Ruim
P3	39,35	Regular
P4	36,05	Regular
P5	42,46	Regular
P6	38,15	Regular
P7	46,34	Regular
P8	31,64	Ruim

A média das quatro coletas realizadas em cada ponto, demonstraram que o P1 e o P2 apresentaram, respectivamente, um IQA de 32,35 e 45,63, obtendo-se assim uma água de qualidade regular. O P3 apresentou um IQA de 53,12, obtendo-se uma boa qualidade de água, o P4 obteve uma qualidade da água regular, ou seja, apresentou um IQA de 47,72, o P5 apresentou um IQA de 54,35, obtendo-se uma boa qualidade da água, o P6 obteve uma água de boa qualidade, apresentando um IQA de 53,62, o P7 apresentou um IQA de 54,34, obtendo-se uma boa qualidade da água e o P8 apresentou um IQA de 40,41, obtendo-se uma água de qualidade regular (Tabela 10).

Tabela 10: Média do Índice de Qualidade da Água dos oito pontos levantados nas coletas.

MÉDIA DAS COLETAS		
Pontos	Valor IQA	Nível de Qualidade
P1	32,35	Regular
P2	45,63	Regular
P3	53,12	Boa
P4	47,72	Regular
P5	54,35	Boa
P6	53,62	Boa
P7	54,34	Boa
P8	40,41	Regular

Observou-se que na quarta coleta, realizada no mês de junho, a Lagoa apresentou o seu pior IQA em todos os pontos coletados.

O IQA classificou a água da Lagoa dos Patos no verão e no outono como de qualidade “regular a boa”, estudos realizados por Cunha et al (2013), na Lagoa Caiubá, localizada na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, no Município de Rio Grande obteve qualidade “excelente” no verão, inverno e primavera, já no outono obteve “boa” qualidade.

Cunha et al (2013) chama a atenção, para o fato de que as análises isoladas das variáveis que compõem o IQA, para o fato de que o valor isolado deste índice não é suficiente para uma boa análise da qualidade de água já que, as oscilações das variáveis do IQA compensam umas às outras mantendo o índice relativamente estável em um patamar, esta relativa estabilidade mascara flutuações importantes no ambiente, que devem ser monitoradas e analisadas com maior cuidado.

Um estudo realizado por Pinto Filho et al. (2012), na lagoa do Apodi, no rio Grande do Norte demonstrou a importância de se fazer avaliações isoladas das variáveis para estabelecimento da qualidade de água, uma vez que, o IQA sozinho não contempla contaminantes potencialmente importantes, como os defensivos agrícolas.

5. CONCLUSÃO

Com a realização do cálculo IQA, observou-se que os pontos 1 e 2, localizados na Colônia dos pescadores da Z3, possuem um índice regular para a qualidade da água, isto pode ter acontecido devido aos resíduos de pescado que são dispostos na lagoa. O ponto 4 também apresentou um IQA regular, isto pode ter ocorrido devido ao fluxo da maré, que transporta os resíduos de um ponto para outro.

O ponto 8, que está localizado próxima a ligação do Canal São Gonçalo e a Lagoa, também obteve-se um IQA regular, isto pode se justificar pelo fato do Canal São Gonçalo trazer os resíduos da área urbana da cidade para dentro da lagoa.

As altas concentrações encontradas de nitrogênio, fósforo e coliformes termotolerantes nos oito pontos de coleta, indicam a contaminação do corpo hídrico, por lançamento de esgotos domésticos e resíduos de pescado, que alteram assim a qualidade da água.

Devem ser estabelecidas metas mitigadoras com o intuito de reduzir a poluição hídrica. Uma das ações que podem ser realizadas é trabalhar a educação ambiental com toda a população. Com os pescadores da Colônia Z3 o intuito é ensinar aos moradores os riscos e os problemas ambientais causados pela disposição inadequada dos resíduos pesqueiros. Já para os moradores da área urbana, o intuito é alertá-los dos impactos causados pelos resíduos jogados na rua e no Canal do Pepino e que estes impactos não são somente locais, que eles vão acabar sendo dispostos na Lagoa dos Patos, prejudicando assim a qualidade da água.

Outra medida que já está sendo proposta pela Prefeitura de Pelotas, é a ligação de esgoto das residências do Laranjal, que levaria este esgoto para uma estação de tratamento de esgoto, e não diretamente para a Lagoa.

6 REFERÊNCIAS

BENEDET, Alex Vieira. **QUALIDADE DA ÁGUA EM ESCOLAS DE IÇARA SC**. 2008. 65 f. TCC (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008. Disponível em: <<http://www.ens.ufsc.br/principal/pdfs/5de60fb82772a3a0cd6be6661abdf7194a56ce58.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2013.

BRAGA, B; HESPANHOL, B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Água na medida certa: Hidrometria no Brasil**. Brasília DF: 2012. 72p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedidaCerta.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2013.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Portal da Qualidade das águas**. Disponível em < <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/introdu%C3%A7%C3%A3o.aspx>>. Acesso em: 21 maio 2013.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Portal da Qualidade das águas**. Disponível em <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 21 maio 2013.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente.**

Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.

Acesso em: 10 jun. 2013.

CAPÍTOLI, R.; BEMVENUTI, C.E. **Cenários de distribuição e processo de colonização do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) entre as bacias da Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim (RS Brasil).** Disponível em: <www.mma.gov.br/port/sbf/invasoras/capa/docs/paineis/cenarios_distribuicao.pdf>. Acesso em: 15 de Mar. de 2013.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de Qualidade das Águas.** Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas_interiores/documentos/indices/02.pdf>. Acesso em: 15 de Mar. de 2013.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo . **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo** - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 2008. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

CETESB, **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas#dbo>>. Acesso em: 15 de Mar. de 2013.

CORADI, P.C.; FIA, R.; PEREIRA- RAMIREZ, O. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS.** *Ambi-Água*, Taubaté, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009. Disponível em: <www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/download/.../331>. Acesso em: 12 abr. 2013.

CUNHA, Raquel W. et al. **Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.7, p.770–779, 2013 Campina Grande. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n7/a12v17n7.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

DANTAS, T. N. P., 2008. **Avaliação da qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Pirangi/RN**. Monografia (Curso de Tecnologia em Controle Ambiental) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte, Natal.

EATON, Andrew et al. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. AWWA, 2005.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

FIGUEIRA, Michel Constantino. **Colônia de pescadores Z3, Pelotas – RS: da crise na pesca à expansão do turismo com base no patrimônio cultural**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa De Pós-graduação Mestrado Em Memória Social E Patrimônio Cultural, Departamento de Instituto De Ciências Humanas, Universidade Federal De Pelotas, Pelotas, 2009. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/ich/ppgmp/v03-01/wp-content/uploads/2012/05/FIGUEIRA._Michel._dissertacao_2009.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

HOLZ, Fabiana Priebe et al. **ESTUDO PRELIMINAR DO SEDIMENTO DO CANAL SÃO GONÇALO**. XIX CIC, XII ENPOS e II mostra científica, 2010, Pelotas. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CE/CE_01402.pdf>. Acesso em: 10 maio 2013.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

PEREIRA, R.S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH- UFRGS. V.1, n.1. p. 20-36. 2004. Disponível em : <<http://WWW.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>>. Acesso em : 21 maio 2013.

PINTO FILHO, J. L. O.; Santos, E. G.; Souza, M. J. J. B. **Proposta de índice de qualidade de água para a Lagoa do Apodi, RN, Brasil**. Holos, v.28, p.69-76, 2012.

Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/692/531>>. Acesso em: 08 ago. 2013.

RIBEIRO, Christian Ricardo. **Avaliação da sustentabilidade hídrica do município de Juiz de Fora/MG**: um subsídio à gestão sustentável dos recursos hídricos em âmbito municipal. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2009. In: Revista Mercator – v. 10, n. 21, 2011. Disponível em : <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/467>. Acesso em: 10 de Mar. de 2013.

SÁ, Michele Ullrich De. **Avaliação da Mutagenicidade das Águas do Canal São Gonçalo, Pelotas, RS, 2005**. 2006. 60 f. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Instituto De Biologia, Universidade Federal De Pelotas, Pelotas, 2006. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/prg/sisbi/bibct/acervo/biologia/2006/michele_ullrich_de_sa_2006.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J.P. **Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil**. Rio Grande: Ecoscientia, 1998. P 9-20 .

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

APÊNDICE A – TABELAS COM OS RESULTADOS DAS ANÁLISES DOS ONZE PARÂMETROS ANALISADOS

Resultado dos parâmetros da coleta 1

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Colif. Term.	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
DBO	10,06	8,16	0,10	0,10	0,10	6,90	0,61	0,10
DQO	75,10	82,76	70,50	78,16	84,29	70,50	30,65	30,65
Fósforo	3,51	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	3,51
NTK	6,44	7,84	9,52	9,8	8,12	9,24	9,24	10,36
pH	7,43	7,15	7,95	7,85	7,92	8,26	8,32	8,14
OD mg/L	6,07	7,30	7,59	8,05	6,66	6,56	6,88	7,26
Salinidade	1,65	1,67	1,65	1,63	1,81	2,11	0,77	0,98
Sólidos Totais	1960	1916	1792	1790	2247	2377	1508	1127
Temperatura	27,70	27,90	28,00	28,50	27,80	27,72	27,73	27,76
Turbidez	68,00	63,00	54,00	59,00	53,00	54,00	69,00	88,00

Resultado dos parâmetros da coleta 2

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Colif. Term.	1600	240	1600	350	1600	350	540	1600
DBO	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,68	2,22
DQO	64,37	76,63	79,69	79,69	95,02	58,24	82,76	122,61
Fósforo	5,18	3,51	0,32	5,18	0,32	0,32	1,84	3,51
NTK	10,08	10,08	2,24	1,68	1,26	1,12	5,32	2,24
pH	7,49	7,88	8,46	8,32	7,40	8,60	8,70	8,10
OD mg/L	1,94	2,72	4,19	4,60	4,54	4,80	5,00	4,32
Salinidade	2,31	2,90	2,19	1,64	2,51	2,77	3,31	4,20
Sólidos Totais	2616	3141	2383	1852	2852	3018	3598	3677
Temperatura	27,73	27,98	28,43	28,09	27,85	27,78	27,76	27,78
Turbidez	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	4,0

Resultado dos parâmetros da coleta 3

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Colif. Term.	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	210
DBO	4,51	0,1	0,14	0,1	0,1	0,1	0,1	4,36
DQO	237,84	162,16	166,80	152,90	152,90	159,07	120,46	126,64
Fósforo	123,81	0,17	0,32	5,18	0,32	0,32	0,32	13,53
NTK	13,16	1,68	1,40	1,96	1,68	0,84	1,68	2,80
pH	7,33	7,96	8,03	8,00	8,24	8,27	8,38	8,12
OD mg/L	5,84	7,36	6,99	6,99	7,50	7,64	7,59	7,50
Salinidade	5,04	5,22	5,20	5,21	4,42	4,35	4,33	3,86
Sólidos Totais	6411	6011	5831	5786	5505	5269	5198	4979
Temperatura	26,27	25,61	25,14	24,92	24,86	24,63	24,55	24,40
Turbidez	184,0	15,0	11,0	6,0	0,1	0,1	0,1	51,0

Resultado dos parâmetros da coleta 4

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Colif. Term.	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
DBO	8,43	12,78	0,10	0,95	0,92	0,41	3,40	0,10
DQO	213,23	102,48	70,78	52,89	44,63	30,06	46,28	19,84
Fósforo	53,72	14,37	0,68	2,40	0,10	5,82	0,10	34,90
NTK	5,60	3,64	1,96	3,36	2,80	2,24	1,12	2,80
pH	8,07	8,00	8,55	8,12	8,00	8,05	8,48	8,57
OD mg/L	1,07	1,50	1,93	2,14	2,35	3,96	4,81	5,03
Salinidade	3,39	3,03	2,95	2,63	1,77	1,89	1,95	0,55
Sólidos Totais	3729	3191	3360	3036	1962	2213	2510	338
Temperatura	14,37	14,12	14,31	14,26	14,29	14,44	14,66	14,25
Turbidez	68,00	63,00	54,00	59,00	53,00	54,00	69,00	88,00