

25º. Encontro Técnico AESABESP

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA TRAMANDAÍ/RS

Brunna Castilhos Petersen⁽¹⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre.

Isabel Cristina Ferreira Damin

Doutora em Química Analítica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS em 2009.

Professora da Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre.

Endereço⁽¹⁾: Rua Marechal José Inácio da Silva, 355 – Bairro Passo d'Areia – Porto Alegre - RS - CEP: 90520-280- Brasil - Tel: +55 (51) 3361.6700- e-mail: brunnap@terra.com.br

RESUMO

O estado do Rio Grande do Sul possui três regiões hidrográficas (Litorânea, do Uruguai e do Guaíba). Na Região Litorânea, destaca-se a Lagoa Tramandaí, pertencente ao Sistema Estuarino Tramandaí-Armazém, formado pelas lagoas Armazém e Tramandaí. Essa região é muito suscetível a danos ambientais, devido aos lançamentos de esgotos domésticos dos municípios de Imbé e Tramandaí, recebendo grande pressão antrópica, principalmente no verão, quando a população quase dobra, provocando assim maior consumo de água e peixe. Devido à extrema importância da necessidade de um diagnóstico da qualidade dos corpos d'água, este trabalho visa analisar a qualidade da água em três pontos distintos dessa Lagoa, localizados, respectivamente, na Barra no município de Imbé; na Ponte que divide os municípios de Imbé e Tramandaí; e na Lagoa Tramandaí, próximo à Rua Quatro, no município de Imbé. Com a finalidade de investigar um panorama da realidade local, foram realizadas análises físico-químicas de acordo com a legislação CONAMA 357/2005. Os parâmetros analisados foram: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, acidez, cloretos, turbidez, alcalinidade e sólidos totais. Através dos resultados obtidos com as análises físico-químicas, classificou-se a Lagoa Tramandaí como classe 2 para águas salobras, conforme a resolução CONAMA 357/2005.

Palavras-Chave: Lagoa Tramandaí, Qualidade da água, Análises físico-químicas.

INTRODUÇÃO

Com o aumento da população, de indústrias e outras atividades, cresce o consumo de água e como consequência se produzem resíduos líquidos que acabam retornando para os corpos d'água alterando as suas propriedades físico-químicas e biológicas (MOTA, 2006). De acordo com Braga et. al (2005), quando não ocorrem grandes despejos industriais, os esgotos sanitários correspondem a 99,9% de líquido e 1% de sólido. Além disso, os esgotos sanitários contêm, ainda, inúmeros organismos vivos, tais como bactérias, vírus, vermes e protozoários que, em sua maioria, são liberados junto com os dejetos humanos. Alguns decompõem a matéria orgânica complexa transformando-a em matérias orgânicas mais simples e estáveis e outros são causadores de doenças, como os organismos patogênicos.

Em relação a isso, a disposição inadequada dos esgotos e/ou a falta de tratamento podem ser responsáveis pelo número elevado de mortes em países em desenvolvimento, pois são disseminadores de doenças como: febre tifoide (*Salmonella typhi*), cólera (*Vibrio cholerae*), hepatite infecciosa (vírus da hepatite), verminoses, dentre outras. Esses fatos são comprovados em um estudo realizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) que indica que aproximadamente

As doenças transmitidas pela água culminam na morte de 25 milhões de pessoas no mundo, como cólera e diarreias. A OMS também relata que nos países em desenvolvimento 70% da população rural e 25% da população urbana não dispõem de abastecimento adequado de água potável (BRAGA et al, 2005).

Além dos danos causados à saúde pública, os esgotos prejudicam a qualidade das águas afetando os ecossistemas aquáticos e provocando o aparecimento de odores e gostos desagradáveis (BRAGA et al, 2005). Devido a esse fato, se faz necessário que a água seja analisada para cada tipo de uso, utilizando-se parâmetros de qualidade que indicam as características dessas águas, sendo eles físico-químicos ou biológicos. Desses parâmetros, os indicadores mais importantes de vida aquática e poluição orgânica dos corpos d'água são o oxigênio dissolvido (OD) e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O OD representa a quantidade de oxigênio que está dissolvida nos corpos d'água e disponível para os organismos aquáticos, enquanto a DBO mostra a quantidade de matéria orgânica presente na água (JORDÃO; PESSÔA, 2009). Além desses, outros parâmetros também indicam a qualidade das águas, como: acidez, alcalinidade, cloretos, cor, sólidos, temperatura e turbidez.

O estado do Rio Grande do Sul possui três regiões hidrográficas (Litorânea, do Uruguai e do Guaíba), com um total de 25 bacias hidrográficas, registradas em 2010 pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, 2013). Na região Litorânea, destaca-se a Lagoa Tramandaí, pertencente ao Estuário Tramandaí-Armazém, formado pelas Lagoas Armazém e Tramandaí, pois essa lagoa encontra-se em um dos maiores municípios da região litorânea, principalmente no verão quando a população quase dobra, provocando assim maior consumo de água nesse período.

A Lagoa Tramandaí banha os municípios de Imbé, Osório e Tramandaí, todos localizados no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, como pode ser observado na Figura 1. A Lagoa Tramandaí é composta por praias arenosas ao sul, banhadas ao leste, restingas a sudoeste e pelo norte recebe águas do Rio Tramandaí. A sua conexão com o mar se dá através da Barra de Tramandaí, que possui um canal de 1,5 quilômetros de extensão e 100 metros de largura, onde a lagoa se liga ao Oceano Atlântico (TRAMANDAÍ, 2013). Ela possui uma área de 12,86 km² e profundidade de aproximadamente 1,10 metros, recebendo água e sedimentos finos, como argila e silte, de rios e lagoas localizadas ao norte, através do Rio Tramandaí (TOMAZELLI, 1990 apud KAPUSTA, 2005).

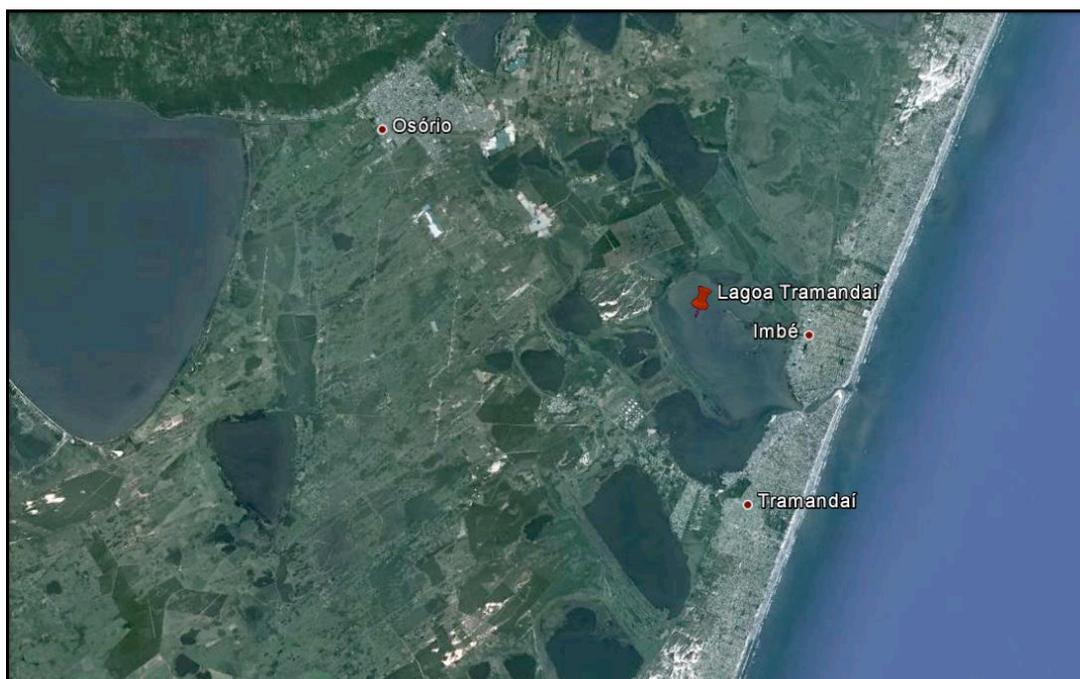


Figura 1: Localização da Lagoa Tramandaí, banhada pelos municípios de Imbé, Tramandaí e Osório no Estado do Rio Grande do Sul.
Fonte: Google Maps, 2013.

Como a região está localizada em uma planície costeira, ela possui solo arenoso, que permite uma elevada infiltração da água da chuva e também permite um deslocamento, tanto horizontal como vertical, de águas subterrâneas. Por ser uma região localizada ao nível do mar e com algumas áreas a poucos metros acima do nível do mar, o lençol freático se encontra muito próximo à superfície terrestre e com isso ela é muito vulnerável a qualquer tipo de poluição (DARIVA, 2011).

Devido à facilidade do aporte de água salgada pelo canal da Barra de Tramandaí-Imbé, a variação da salinidade na Lagoa Tramandaí é grande e frequente. Com isso, esse ambiente de estudo se torna muito rico e essa riqueza é de extrema importância para a economia pesqueira local, tanto amadora quanto artesanal (SILVEIRA, 2013). Além disso, essa entrada de água salgada altera as condições do meio e define a composição das comunidades locais (animal e vegetal), eliminando as espécies menos tolerantes (WÜRDIG, 2009 apud KAPUSTA et al., 2009).

Devido a essa extrema importância é necessário realizar um diagnóstico da qualidade dos corpos d'água, conforme os parâmetros estabelecidos nas legislações CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) e CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011). Para classificação dos corpos d'água serão aplicados neste estudo na Lagoa Tramandaí. Além disso, o diagnóstico auxiliará na verificação de possíveis áreas contaminadas prevendo os possíveis riscos à saúde humana.

Importância da qualidade da água na lagoa Tramandaí

No Brasil, existem áreas urbanas que se encontram sem nenhuma ou com precárias condições de saneamento básico, sendo os esgotos, principalmente domésticos, lançados nos corpos d'água mais próximos das residências sem nenhum tratamento prévio. Os lançamentos incorretos de esgotos nos corpos d'água, como o que ocorre na Lagoa Tramandaí, contribuem para a queda da qualidade das águas locais. Além disso, esse tipo de água causa riscos à saúde pública, uma vez que os habitantes da região a utilizam para pesca de subsistência e comércio e para atividades de esporte e lazer, tais como: moto aquática, lanchas, caiaques, banho e outras afins.

Segundo Costa (2007), as áreas costeiras, por estarem situadas entre o continente e o oceano, são locais onde ocorrem as maiores variações físico-químicas e também a maior concentração de sedimentos e poluentes vindos do continente. Com isso, o CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece valores máximos permitidos para cada parâmetro que será analisado neste estudo. Vale ressaltar que os parâmetros acidez e alcalinidade não são estabelecidos nessa legislação, mas são essenciais no controle da qualidade das águas, principalmente quando estas apresentam uma variedade de organismos aquáticos dependentes da qualidade da água deste corpo hídrico.

Segundo Lissner e Gruber (2009), as águas da região do Litoral Norte, em especial da Lagoa Tramandaí, que se encontra com a pior classificação, estão, na maior parte, contaminadas por despejos domésticos, agrotóxicos e pesticidas vindos da agricultura local. Isso comprova que os ecossistemas aquáticos sofrem intervenções antrópicas.

Portanto, as atividades que poderiam ser possíveis fontes de contaminação no entorno da Lagoa Tramandaí são a irrigação de arroz e os lançamentos de esgotos, como foi relatado no Plano de Bacia do Rio Tramandaí (COMITÊ TRAMANDAÍ, 2005). A irrigação é uma prática que utiliza, no Brasil, 65 insumos químicos, como os agrotóxicos (herbicidas, inseticidas e fungicidas), que podem ser possíveis fontes de contaminação da água, do solo e de alimentos (DIAS et al., 2012).

De acordo com a FEPAM (2006), a irrigação do arroz é uma atividade de alto potencial poluidor, uma vez que aumenta a possibilidade dos agrotóxicos serem transportados para águas superficiais e subterrâneas, devido à chuva e drenagem para mananciais hídricos ou ainda pela lixiviação (FEPAM, 2006 apud GRÜTZMACHER et al., 2008; REIMCHE et al., 2008).

Segundo o Plano de Bacia do Rio Tramandaí (COMITÊ TRAMANDAÍ, 2005), alerta-se que não se pode esquecer a carga poluidora gerada pelos agrotóxicos nas lavouras de arroz irrigado. E a ausência de dados históricos na literatura dificulta os estudos para verificação da interferência desse parâmetro na qualidade das águas da bacia. No entanto, em alguns estudos foi encontrada, nas análises dos sedimentos do fundo da Lagoa Tramandaí, a presença de alguns metais pesados, como cádmio, chumbo, cromo e mercúrio (CASTRO; MELLO, 2013).

Além destes contaminantes, existem os biológicos. E um dos parâmetros biológicos importantes para a determinação da contaminação da água por fezes humanas e de animais é a *Escherichia coli* Escherich, 1885, uma bactéria encontrada em esgotos domésticos, efluentes, águas naturais e solos que foram contaminados com matéria fecal recentemente (BRASIL, 2000). Segundo o CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000), que define os critérios de balneabilidade, pode-se observar a classificação das águas quanto ao parâmetro *E. coli*.

Dentre os parâmetros estudados para verificação da qualidade da água da Lagoa Tramandaí estão: OD, DBO, pH, Acidez, Cloretos, Turbidez, Alcalinidade e Sólidos Totais.

O oxigênio disponível na água é indispensável para a vida dos organismos aquáticos, sendo este o elemento principal para a vida dos microrganismos aeróbios e dos peixes. A análise do OD pode indicar que houve aporte de matéria orgânica no corpo d'água. Isso pode acontecer tanto por vias naturais como antropogênicas, sendo os despejos de esgotos domésticos e industriais os principais responsáveis pelo consumo do oxigênio nos corpos d'água, dificultando o ciclo natural dos mesmos.

A DBO é outro parâmetro que pode indicar a poluição da água por matéria orgânica, pois nesta análise é possível quantificar a quantidade de oxigênio que foi necessária para oxidar a matéria orgânica disponível através da decomposição anaeróbia. O lançamento de esgotos domésticos propicia um valor elevado de DBO quando comparado a águas naturais. Esse valor elevado pode provocar a diminuição de OD e também pode provocar a mortandade de peixes e outros organismos aquáticos (PIVELI; KATO, 2006). A DBO é determinada após deixar-se a amostra por 5 dias a 20 °C em incubadora.

A acidez e a alcalinidade não apresentam riscos à saúde pública e estão diretamente relacionadas com o pH, representando a capacidade de alteração de pH que a água possui.

Os cloretos estão presentes nos corpos d'água pela dissolução de minerais e solos; pelo lançamento de esgotos domésticos e industriais; e também pela lixiviação de áreas agrícolas (JORDÃO; PESSÔA, 2009). Eles são encontrados nos esgotos domésticos pela contribuição das fezes humanas, que possuem cerca de 6 g/hab.dia de Cl⁻¹ (PIVELI; KATO, 2006).

A turbidez relaciona-se com a presença de sólidos em suspensão na água. Esses sólidos podem ser tanto de origem natural (erosão de rochas) como antropogênica (despejos domésticos e industriais). Eles agregam-se na água e propiciam o crescimento de bactérias e outros organismos que contribuem para a turbidez (SILVA; OLIVEIRA, 2001). A turbidez é de grande importância, pois afeta o ambiente aquático impedindo a penetração da luz e prejudicando a fotossíntese.

Os sólidos totais são definidos como “a matéria que permanece em suspensão após a evaporação e secagem a uma temperatura entre 103 e 105 °C” (SILVA; OLIVEIRA, 2001). Além disso, a análise dos sólidos totais se torna importante, pois pode causar dano à vida aquática em geral e também danificar os leitos de desova de peixes, reterem bactérias e

resíduos orgânicos no fundo dos corpos d'água, resultando em decomposição anaeróbia (Programa Água Azul, 2013).

É preciso salientar que o diagnóstico da qualidade da água da Lagoa Tramandaí é algo imprescindível para a comunidade local, pois esta poderá ter acesso a informações do diagnóstico da qualidade da água local e dos possíveis danos à saúde a que pode estar exposta. Além disso, tendo o conhecimento do problema será possível prever uma solução e alternativa que poderá ser tomada para reverter a situação das descargas de esgotos sem tratamento neste corpo d'água.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água da Lagoa Tramandaí devido aos lançamentos inadequados de esgotos domésticos a que provavelmente a mesma está submetida. Para isto, alguns parâmetros qualitativos e quantitativos da água serão avaliados e após será relatado um diagnóstico da qualidade desta água.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram realizadas três coletas de amostras de águas na Lagoa Tramandaí, em diferentes períodos e locais. Essas coletas foram realizadas com intervalos de, aproximadamente, dois meses, sendo eles junho agosto e novembro de 2013. As amostras foram coletadas em três pontos ao longo da Lagoa, sendo eles denominados Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3, apresentado na Figura 2.

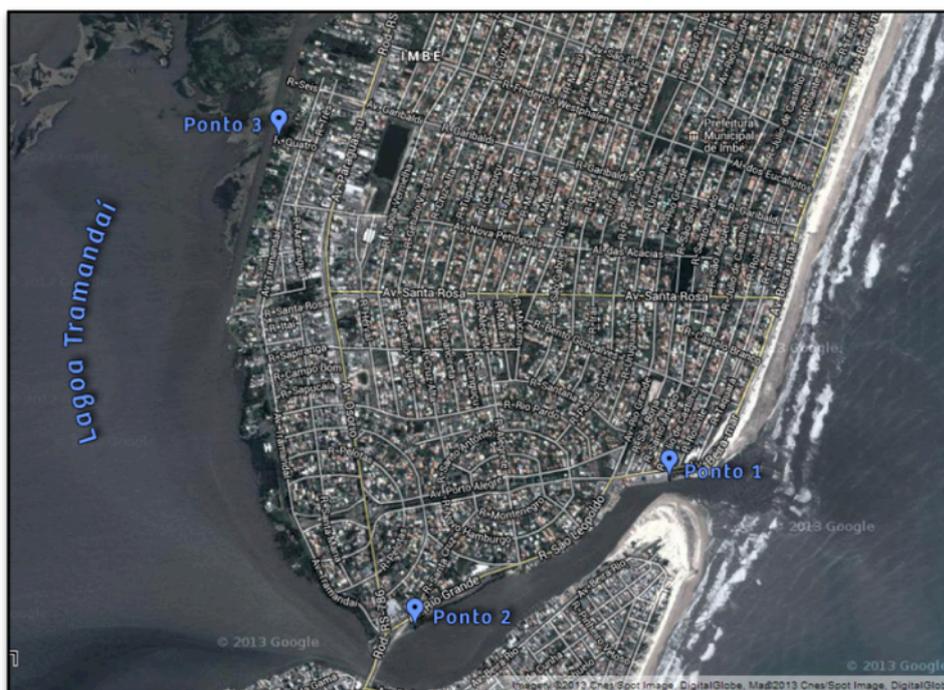


Figura 2: Localização dos Pontos de Amostragem.

Fonte: Google Maps, 2013.

Esses pontos foram escolhidos por alguns importantes motivos:

- a) Ponto 1 – Situado na Barra do município de Imbé, local onde ocorre grande atividade pesqueira; (Figura 3).



Figura 3: Localização do Ponto 1- Imbé/RS

b) Ponto 2 – Situado na ponte que divide os municípios de Imbé e Tramandaí, local onde também existe uma atividade considerável de pesca, tanto de amadores como de profissionais; (Figura 4).



Figura 4: Localização do Ponto 2 - Imbé/RS

c) Ponto 3 – Local com muitas residências na beira da Lagoa e de possível contaminação por esgoto doméstico (Figura 5).



Figura 5: Localização do Ponto 3 - Imbé/RS.

Para a amostragem, as amostras de água foram coletadas e armazenadas em potes de plástico, todos identificados, e conservadas em refrigeração (aproximadamente 5 °C) para se manter o máximo das propriedades originais das mesmas. Essas amostras foram coletadas entre 9 e 10 horas da manhã.

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de química do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre. Nesse laboratório verificou-se os seguintes parâmetros: OD, DBO, pH, Acidez, Cloretos, Turbidez, Alcalinidade e Sólidos Totais. E as análises toxicológicas no laboratório ALAC Laboratório de Análises Ambientais (Garibaldi/RS).

Os parâmetros físico-químicos analisados foram realizados através dos seguintes métodos de análise:

- a) O OD e DBO foram determinados através do método eletrométrico (SILVA; OLIVEIRA, 2001);
 - b) A acidez e alcalinidade utilizou-se o método titulométrico com soluções ácido-base (SILVA; OLIVEIRA, 2001);
 - c) O cloreto em águas foi determinado pelo Método de Mohr (SILVA; OLIVEIRA, 2001);
 - d) A turbidez foi determinada usando-se um Turbidímetro da marca Hanna Instruments e modelo H183414;
- Os sólidos foram analisados por gravimetria (SILVA; OLIVEIRA, 2001).

Na determinação de OD em águas para agitação da solução no erlenmeyer usou-se um agitador magnético (Quimiserv equipamentos e produtos químicos LTDA. Modelo: Q221). Os reagentes usados neste procedimento foram a Solução de Sulfato Manganoso ($MnSO_4 \cdot H_2O$), marca Vetec Química Fina; Reagente alkali-iodeto-azida para amostras saturadas ou sub-saturada: NaOH (CAQ Casa de Química), NaI (Vetec Química Fina) e NaN_3 (CAQ Casa de Química); Solução padrão de Tiosulfato de Sódio ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$) 0,025 N (Labsynth); Amido solúvel em pó (Labsynth); ácido Sulfúrico concentrado (H_2SO_4), marca Labsynth. Para a determinação da DBO usou-se uma incubadora (Cientec Equipamentos para Laboratório). Os reagentes utilizados neste procedimento foram os mesmo usados para a determinação de OD. Para a determinação de Alcalinidade Total em Águas os equipamentos usados neste procedimento foram: Medidor de pH (AKSO Produtos Eletrônicos - Modelo: PHS -3D) e um agitador magnético. Os reagentes usados foram o Indicador Metilorange (marca) e Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 0,1N. Para a determinação de Sólidos em Águas os equipamentos usados foram a Estufa (DeLeo Equipamentos para Laboratório) e Mufla (Quimis) para secagem e calcinação, Banho Maria (DeLeo

Equipamentos para Laboratório) para evaporação das amostras de água e para a pesagem foi usado a balança analítica (Quimiserv equipamentos e produtos químicos LTDA. Modelo: MARK 210A). Na determinação de Acidez em Águas os reagentes usados foram o Indicador Metilorange (CETUS – Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda) e hidróxido de Sódio (NaOH) 0,02M (marca CAQ Casa da Química). Para a determinação de Cloretos em Águas os reagentes usados neste procedimento foram: Solução Indicadora de Cromato de Potássio (K_2CrO_4), Labsynth – Produtos para Laboratório Ltda; Solução Padrão de Nitrato de Prata ($AgNO_3$) 0,0141N (Cennabras); Solução Padrão de Cloreto de Sódio (NaCl) 0,0141N; Solução de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 1N e Hidróxido de Sódio p.a (NaOH). Para a determinação do pH e temperatura foi usado o pHmetro. Para determinação da turbidez utilizou-se um Turbidímetro, da marca HANNA instruments e modelo H183414. As análises toxicológicas para a *E. coli* foram realizadas através do Standard Methods 22st – Método 9223 [PNT006-MI].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

A ordem de análise das amostras de água da Lagoa Tramandaí foi selecionada de acordo com a ordem de prioridades, cuja finalidade é manter ao máximo as propriedades da amostra que cada parâmetro necessita. Os parâmetros foram realizados na respectiva ordem: OD, DBO, pH, Acidez, Cloretos, Turbidez, Alcalinidade e Sólidos Totais. Os resultados dessas análises físico-químicas em águas para esses parâmetros estão apresentados na

Tabela 1, sendo eles analisados em relação à classificação de águas salobras da Resolução do CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

A classificação da água da Lagoa Tramandaí foi avaliada para o OD e foi definida como classe 1 para águas salobras, pois os valores obtidos neste estudo foram maiores do que o valor mínimo solicitado, mantendo uma situação relativamente estável nesse corpo d'água. Além disso, pode-se dizer que esses valores também estão de acordo com os dados da literatura que reportam valores de 8,43 mg/L (FEPAM, 2012) e 5,63 mg/L (MORAES, 2011). Observa-se também que os elevados valores de turbidez e sólidos totais não estão interferindo na penetração da luz solar e no processo de fotossíntese, uma vez que o valor do OD continua com valores adequados para todas as amostras. Além disso, segundo Campello (2006), as águas da Lagoa Tramandaí são bem oxigenadas devido à mistura provocada pelas ondas originadas da ação do vento na interface laguna-atmosfera.

Os resultados obtidos na análise de DBO foram bons e coerentes com os dados reportados na literatura, ficando entre 1,42 mg/L (FEPAM, 2012) e 1,9 mg/L (MORAES, 2011). O valor de DBO para se considerar classe 1 para águas salobras é de até 3 mg/L e para classe 2, até 5 mg/L (HAASE et al, 2003). Somente uma amostra obteve valor acima de 3 mg/L, como pode ser observado na

Tabela 1. Com isso, a Lagoa Tramandaí pode ser classificada como classe 2 para águas salobras.

Fazendo-se uma comparação com os órgãos ambientais da Espanha, estes determinam que em zonas marinhas com cultivo de organismos aquáticos a DBO deve ser inferior a 10 mg/L. Além desse órgão espanhol, a Agência de Proteção Ambiental (EPA), dos Estados Unidos, determina que, neste ambiente, a DBO deve variar de 1 a 10 mg/L (BERRETA, 2007).

Considerando esses estudos, pode-se afirmar que os valores obtidos neste estudo para DBO são baixos, indicando que o corpo d'água analisado não apresenta elevados valores de

matéria orgânica biodegradável (PIVELI; KATO, 2006), ou seja, esse corpo hídrico ainda consegue manter-se estável mesmo com influência antrópica.

Todos os valores de pH estão de acordo com os valores máximos permitidos pelo CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005) e, segundo esse parâmetro, a Lagoa Tramandaí é classificada como classe 1 para águas salobras. Comparando-se o valor obtido pelo autor com o valor de 6,94 da Fepam (2012) e 7,54 pelo Moraes (2011), percebe-se que os valores obtidos neste estudo estão concordantes com os dados reportados na literatura. Além disso, também se pode comparar o valor médio do pH obtido neste estudo com o observado por Campelo (2006), o qual apresenta valor de 7,97, que mais uma vez confirma os dados obtidos neste trabalho.

O parâmetro acidez não é utilizado para se definir a qualidade da água de corpos hídricos, porém é um fator importante quando se fala em animais marinhos. O valor médio obtido neste trabalho para a acidez foi de 2,85 mg CaCO₃/L.

Segundo Queiroz e Boeira (2006), a acidez ideal, em ambientes onde se tem a presença de animais marinhos, deve ficar entre 7 e 8 mg CaCO₃/L, pois ambientes com elevada acidez (até 3 mg CaCO₃/L) podem resultar na baixa produtividade de plâncton e conseqüentemente de peixes. Esse fator se torna importante, pois a Lagoa Tramandaí serve como residência para algumas espécies e outras a utilizam para completar alguma fase do seu ciclo de vida. Assim, a elevada acidez pode prejudicar esses organismos, que dependem desse ambiente para sobreviver e manter a continuidade da vida dessas espécies.

Ainda de acordo com a revista Unespciência (2013), a água ácida faz com que os metais que estão no sedimento passem a ficar em suspensão, assim entrando mais facilmente na cadeia alimentar, chegando ao consumo humano. Esse fator é preocupante na Lagoa Tramandaí, uma vez que estudos já foram feitos a esse respeito e se verificou a presença de metais no sedimento desse corpo d'água (CASTRO; MELLO, 2013). Considerando esses trabalhos, pode-se afirmar que os valores obtidos neste estudo para acidez são prejudiciais a esse corpo hídrico, uma vez que os valores obtidos foram baixos, ou seja, a acidez da Lagoa é considerada alta.

Para a determinação de cloretos, observou-se que os resultados para amostras de água do Ponto 1 e do Ponto 2, tanto na primeira coleta (junho) como na segunda (agosto), , mostraram que não havia presença de cloretos nesses pontos nestes períodos. O que chama a atenção quando se compara com os dados da FEPAM (2012) analisados em de 2012, que apresentaram uma média em torno de 3.000 mg/L, além de se tratar de local onde há aporte de água salgada. Por outro lado, em todas as amostras do Ponto 3 observou-se a presença de cloretos, o que é coerente com os dados relatados pela FEPAM (2012). Atribui-se essa diferença ao fato de se tratarem de períodos diferentes e possivelmente aos maiores índices pluviométricos ocorridos no período anterior às coletas deste trabalho. Os resultados de concentração obtidos para cloretos estão apresentados na

Tabela 1.

A concentração de cloreto da média dos três pontos no três períodos obtidos neste estudo foi 94,78 mg/L, mostrando que ficou bem abaixo do reportado pela FEPAM (2012), de 3048 mg/L. Esses valores podem ter apresentado essa elevada diferença devido a fatores físicos que antecederam as datas das coletas, como chuva intensa. O Ponto 1 foi o que apresentou o maior valor de cloreto no mês de novembro, como pode ser visto na

Tabela 1, e isso provavelmente ocorreu porque esse ponto se encontra bem próximo ao local onde a água da lagoa se encontra com a água do mar, recebendo assim grande aporte de água salgada.

Segundo Piveli e Kato (2006), nas águas superficiais as principais fontes de cloretos são as descargas de esgotos sanitários, pois cada pessoa expele, aproximadamente, 6 g/dia de

cloreto através da urina, e, nas regiões costeiras, esse teor de cloreto é obtido também pela intrusão da língua salina. Sabe-se que esses dois fatos citados ocorrem na Lagoa Tramandaí, assim justificando os valores encontrados de cloretos nessas águas.

Segundo a CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), a turbidez deve ser ausente para classe 1 de águas salobras e para as outras classes esse valor não é definido. Pode-se considerar que os dados obtidos neste trabalho estão coerentes com os dados reportados na literatura, sendo 19 NTU (FEPAM, 2012) e 21 NTU (MORAES, 2011), uma vez que a turbidez está ligada à presença de sólidos totais na água, estando esse parâmetro também acima dos dados da literatura utilizados para esta comparação. Os resultados obtidos que foram coerentes com os da literatura foram no mês de agosto para os pontos 1 e 2. Além disso, outro fator que interfere nos resultados de turbidez é a profundidade em que a água é coletada e, no caso deste estudo, essa coleta ocorreu em regiões de pequena profundidade. Pode-se observar, na

Tabela 1, que o Ponto 2 em junho é o que apresenta o maior valor para turbidez, o que provavelmente ocorre porque é o local onde a coleta é mais rasa.

Outro fator que pode influenciar na turbidez das águas é a passagem de barcos e a pesca com tarrafas e redes de arrasto, que acabam perturbando o sedimento estabilizado, fazendo com que se forme uma pluma de sedimentos suspensos durante esse processo, interferindo na turbidez da água (EIA, 2007; CETESB; ANA, 2012). Pode-se dizer que esse fato tem relevância nestas análises, uma vez que a coleta de água foi efetuada algumas horas após o período de pesca.

O parâmetro alcalinidade, assim como a acidez, não é utilizado para se definir a qualidade da água de corpos hídricos, porém também é um fator importante quando se fala em animais marinhos. O valor médio obtido neste trabalho para a alcalinidade foi de 40,6 mg CaCO₃/L.

De acordo com Queiroz e Boeira (2006), a alcalinidade ideal do corpo hídrico, para se ter uma boa taxa de reprodução de animais marinhos e manter as propriedades do meio, deve ficar acima de 20 mg CaCO₃/L. Ainda, segundo Rojas, Rocha e Amaral (2011), o crescimento de peixes e outros animais marinhos se dá, em maior abundância, com valores de alcalinidade entre 30 e 55 mg CaCO₃/L. Comparando esses estudos com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se dizer que a alcalinidade da Lagoa Tramandaí está com valores satisfatórios, assim sendo um local adequado para a reprodução dos peixes estuarinos residentes e também para os estuarinos dependentes.

Os valores de sólidos totais obtidos não se encaixam na determinação da CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), pois nesta, para classe 1, águas salobras, devem ser ausentes de sólidos e as outras classes não apresentam valores. Os valores obtidos neste trabalho foram bem superiores aos dados da literatura, 4363 mg/L (FEPAM, 2012) e 7310 mg/L (MORAES, 2011). Cabe salientar que as coletas das amostras foram feitas em locais rasos e devido a esse fator podem ter ocorrido diferenças nas profundidades em que essas amostras foram coletadas. Além disso, outros fatores físicos podem ter ocasionado alguma perturbação no sedimento fazendo com que este volte a ficar suspenso na água até decantar novamente. Portanto, um maior estudo das diferentes profundidades nos pontos de coletas deveria ser realizado para dar um fechamento da avaliação desse parâmetro.

Segundo Moraes (2011), é característico que águas salobras apresentem valores acima 8.000 mg/L de sólidos totais, como alguns valores encontrados neste trabalho. Em relação a existência deste alto teor de sólidos totais, representante da salinidade deste corpo hídrico, não são apresentados valores limites para este parâmetro na resolução, servindo apenas como indicativo para auxílio em um diagnóstico (MORAES, 2011).

Tabela 1: Resultados das Análises Físico-Químicas da Água da Lagoa Tramandaí/RS.

Ponto	Data da Coleta	pH	OD mg/L	DBO ₅ mg/L	Sólidos Totais mg/L	Cloreto mg/L	Turbidez NTU	Alcalinidade mg CaCO ₃ /L	Acidez mg CaCO ₃ /L
Ponto 1	jun-13	7,43	8,96	2,46	10.730	0	26,9	62,4	5,3
	ago-13	7,26	11,25	3,46	8.086	0	9,83	64,3	1,67
	nov-13	7,07	9,45	0	1.352	472,5	68,2	28	1,67
Ponto 2	jun-13	7,45	9,76	1,12	35.042	0	79,6	51,2	4,33
	ago-13	7,17	10,56	2,67	6.362	0	2,87	49	2
	nov-13	7,22	11,54	1,11	594	175,6	38,2	31	1
Ponto 3	jun-13	7,09	9,46	0,88	1.898	20,99	58,5	29,5	5,67
	ago-13	6,98	8,87	1,39	37.670	182,94	36	30	3
	nov-13	6,51	10,35	2,16	226	1	29,9	20	1

Análises toxicológicas

Segundo os laudos da ALAC pode-se observar e discutir algumas considerações sobre os diferentes pontos de coleta em relação à CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000), como indicado na Tabela 2.

Essas variações da qualidade da água quanto à balneabilidade oscilam com a quantidade que está sendo aportada de efluentes domésticos na Lagoa Tramandaí em momentos anteriores à coleta d'água. Outro fator de relevância é que, quando coletadas as amostras do mês de novembro, havia chovido torrencialmente nos dias anteriores. Assim, atribui-se que essa queda no valor de *E. coli* está relacionada com a diluição da água da Lagoa pela chuva.

Através desses valores, pode-se considerar que a Lagoa Tramandaí recebe uma quantidade significativa de esgotos. Fazendo-se uma média por ponto, pode-se classificá-los da seguinte forma:

- Ponto 1: apresentou uma média de 255 *E. coli* por 100 mililitros, o que corresponde à categoria muito boa;
- Ponto 2: teve uma média de 472 *E. coli* por 100 mililitros, entrando na categoria de água satisfatória;
- Ponto 3: é o mais crítico, com média de 3.041,67 *E. coli* por 100 mililitros, assim sendo classificado como ponto impróprio para balneabilidade.

O valor mais elevado de *E. coli* no Ponto 3 deve estar associado à grande quantidade de casas situadas no entorno da Lagoa e todas elas devem apresentar, de alguma forma, um tipo de contribuição de esgoto doméstico nesse corpo d'água, acarretando assim a degradação desse ambiente aquático. Segundo estudo da FEPAM (2013), o estuário do rio Tramandaí, ou seja, o estuário Tramandaí-Armazém trata-se de um dos locais com maiores concentrações de coliformes fecais/*E. coli* e possíveis causas disso são os esgotos cloacais dos municípios de Osório, Tramandaí e Imbé.

Tabela 2: Valores obtidos nas análises Toxicológicas de *E. coli*.

Data da Coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
jun/13	< 100	310	4080
ago/13	52	173	4884
nov/13	613	933	161
Média	255	472	3.041,67

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos analisados neste trabalho, chegou-se à conclusão que a água da Lagoa Tramandaí é classificada como classe 2 para águas salobras, comprovando o que já havia sido informado pelo Plano de Bacia do Rio Tramandaí. Além disso, dos três pontos analisados nesta Lagoa, o Ponto 1, que está situado na Barra do município de Imbé, foi o que apresentou-se com a pior qualidade dentre os pontos estudados, assim contribuindo para a queda da qualidade de água desse estuário. Porém, em relação à análise toxicológica, o Ponto 1 é o que apresenta a melhor balneabilidade, sendo classificada como excelente em dois períodos das análises e como satisfatória no outro, enquanto os outros dois pontos apresentam valores impróprios para o banho. Através dos resultados de *E. coli*, chega-se à conclusão que no Ponto 3 há ocorrências de lançamentos de esgotos *in natura* nas águas da Lagoa Tramandaí.

É de suma importância que continuem realizando análises na Lagoa Tramandaí, uma vez que há presença de esgotos domésticos neste corpo hídrico podendo interferir na qualidade da água local. A forma mais eficiente para minimizar estes lançamentos clandestinos na lagoa é a implantação de rede coletora de esgoto nos municípios que são banhados pela mesma, diminuindo assim o aporte de matéria orgânica neste corpo d'água.

REFERÊNCIAS

1. BERRETA, M. S. R. **A qualidade das águas da Lagoa do Imaruí e dos efluentes da carcinicultura - Laguna, SC.** 2007. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2007.
2. BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
3. BRASIL. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras . Resolução n. 274 de 29 de novembro de 2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2000.
4. BRASIL. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Resolução n. 357 de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.
5. BRASIL. Dispões sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2011.
6. CAMPELLO, F. D. **A Problematika da Poluição por Esgotos Domésticos no Sistema Estuarino-Lagunar Tramandaí-Armazém (RS, Brasil): Física e Química da Água e a Resposta dos Macroinvertebrados Bentônicos.** Monografia (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
7. CASTRO, D.; MELLO, R. S. P. (Org.). **Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí: Atlas Ambiental.** Porto Alegre: Via Sapiens. 2013. 179 p.
8. CETESB; ANA. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos,** 2012. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2013.
9. COMITÊ TRAMANDAÍ. **Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí.** 2005. Disponível em: <http://www.comitetramandai.com.br/files/plano_bacia_hidrografica_rio_tramandai.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2013.
10. COSTA, J. R. **Distribuição de Metais em Peixes Marinhos ao Longo do Litoral Sudeste do Brasil.** 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2007.
11. DARIVA, F. G. **Qualidade da água para consumo humano e seus resíduos em Tramandaí, RS.** 36 f. Monografia (Bacharel) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé, 2011.

12. DIAS, Natália et al. **Qualidade das águas de escoamento de lavouras de arroz, Palmares do Sul, Rio Grande do Sul.** 2012. Disponível em: <<http://www.jovenspesquisadores.com.br/2012/restrito/uploads/posters/1348278255.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2013.
13. EIA. **Estudo de Impacto Ambiental Porto de Paranaguá.** 2007. Disponível em: <http://www.colit.pr.gov.br/arquivos/File/vol_III_med_mit_potenc.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2013.
14. FEPAM. **Atividades agropecuárias.** 2006. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 13 set. 2013.
15. FEPAM. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no litoral norte/RS.** s.d. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/litoral_norte.asp>. Acesso em: 10 nov. 2013.
16. FEPAM. **Qualidade Ambiental: Monitoramento da qualidade da água da Região Hidrográfica das bacias Litorâneas.** 2012. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor_agua_litoral.asp>. Acesso em: 07 nov. 2013.
17. GOOGLE MAPS. **Laguna de Tramandaí.** Disponível em: <<https://maps.google.com.br/>>. Acesso em: 05 abr. 2013
18. GRÜTZMACHER, Douglas D. et al. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Agrimbi**, Paraíba, v. 12, n. 6, p.632-637, 25 abr. 2008.
19. HAASE, Janine et al. Anais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA
20. SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22., 2003, Santa Catarina. **Qualidade das águas superficiais do litoral norte e médio do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Ufrgs, 2003. v. 1, p. 1 - 17.
21. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A.. **Tratamento de Esgotos Domésticos.** Rio de Janeiro: Abes, 2009. 940 p.
22. KAPUSTA, S. C. et al. Invertebrados bentônicos do estuário de Tramandaí-Armazém. In: WÜRDIG, N. L.; FREITAS, S.M.F. (Org.) **Ecossistemas e biodiversidade do Litoral Norte do RS.** Porto Alegre: Nova Prova, 2009. P. 142-157.
23. KAPUSTA, S. C. **Padrões espaciais e temporais da comunidade de invertebrados bentônicos no estuário Tramandaí-Armazém, RS, e a resposta da macro e meiofauna a um derrame experimental de óleo bruto.** 126 f. Monografia (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
24. LISSNER, J. B.; GRUBER, N. L. S. **Contaminação dos recursos hídricos e gestão integrada no litoral norte do Rio Grande do Sul.** 2009. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/article/view/22096/12854>>. Acesso em: 03 nov. 2013.
25. MORAES, L. P. **Qualidade da água no sistema estuarino Tramandaí-Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil, e a percepção ambiental da comunidade local.** 2011. 114 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Ambiental Marinha e Costeira, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Ufrgs, Imbé, 2011.
26. MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 4 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
27. PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das Águas e Poluição: aspectos físico-químicos.** São Paulo: ABES, 2006.
28. PROGRAMA ÁGUA AZUL. **Sólidos Totais.** Disponível em: <http://www.programaaguaazul.rn.gov.br/indicadores_08.php>. Acesso em: 21 nov. 2013.
29. QUEIROZ, J. F.; BOEIRA, R. C. **Calagem e controle da acidez dos viveiros de aquicultura.** 2006. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/83130/1/circular14.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2013.
30. REIMCHE, Geovane Boschmann et al. Persistência na água e influência de herbicidas utilizados na lavoura arrozeira sobre a comunidade zooplânctônica de Cladocera, Copepoda e Rotifera. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p.7-13, 05 jan. 2008.
31. RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza.** 5. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
32. ROJAS, N. E. T.; ROCHA, O.; AMARAL, J. A. B. **O efeito da alcalinidade da água sobre a sobrevivência e o crescimento das larvas do Curimatá, *Prochilodus***

- lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae), Mantidas em laboratório. 2011. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/27[2]-art_05.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2013.
33. SEMA. **O que é uma Bacia Hidrográfica?** Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=54>. Acesso em: 09 abr 2013.
34. SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R.. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande: do Autor, 2001.
35. SILVEIRA, R. A. **Variação temporal e espacial da assembleia de peixes na Laguna Tramandaí, RS**. Dissertação – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé, 2013.
36. TOMAZELLI, L. J. **Contribuição ao estudo dos sistemas deposicionais holocênicos do nordeste da Planície Costeira do Rio Grande do Sul – com ênfase no sistema eólico**. Porto Alegre, UFRGS, 1990.
37. TRAMANDAÍ. **Aspectos Geográficos**. Disponível em: <http://www.tramandai.rs.gov.br/index.php?acao=conteudo&conteudos_id=12>. Acesso em: 06 jun. 2013.
38. UNESPCIÊNCIA. Detectores de metais. São Paulo: Unesp, 29 out. 2013.
39. WÜRDIG, N. L.; FREITAS, S. M. F. de (org) **Ecosistemas e biodiversidade do Litoral Norte do RS**. Porto Alegre: Nova Prova, 2009. p. 142-157.