

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR/MG
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
GABRIELA SILVA PAIXÃO

QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DA PRAIA
MUNICIPAL DE LAGOA DA PRATA-MG

FORMIGA/MG

2017

GABRIELA SILVA PAIXÃO

QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DA PRAIA
MUNICIPAL DE LAGOA DA PRATA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Michael Silveira
Thebaldi.

FORMIGA/MG

2017

Gabriela Silva Paixão

QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DA PRAIA
MUNICIPAL DE LAGOA DA PRATA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Química do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Química.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Michael Silveira Thebaldi
Orientador

Prof. Dr. Alex Magalhães de Almeida
UNIFOR-MG

Prof. Ms. Paulo Ricardo Frade
UNIFOR-MG

Formiga, 06 de dezembro de 2017.

Aos meus pais, Mauro e Maria das Dores,
pelo amor e dedicação sem medidas.

AGRADECIMENTOS

“É preciso força pra sonhar e perceber que a estrada vai além do que se vê.”

Hoje presencio uma realidade que parece um sonho, que exigiu muito esforço, determinação, perseverança e paciência. Esta conquista não é só minha. Eu jamais teria conseguido tudo sozinha.

Por isso, agradeço a Deus em primeiro lugar, porque Ele me deu a vida e porque sei que me colocou no lugar certo, nesta vida.

Aos meus pais, agradeço pela opção de serem pais por natureza e amor e porque não hesitaram em medir sacrifícios e privarem-se dos seus sonhos em favor dos meus.

Ao Dr. Michael Silveira Thebaldi, meu professor e orientador, pelo suporte no desenvolvimento desta pesquisa, mostrando-me que eu sou capaz de fazer bem mais do que eu pensava que pudesse (fazer). Agradeço também por transmitir seus conhecimentos a todos e por ter transformado em experiência positiva todo o desenrolar deste meu estudo.

Ao corpo docente do UNIFOR, de modo especial aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, que me ajudaram a alcançar a janela vislumbrada do horizonte superior.

Agradeço à colega Gláucia Katiuscia, pelo apoio e disponibilidade para tirar minhas tantas dúvidas em cada fase desta pesquisa, e aos amigos conquistados durante esta jornada: Deivid, Gabriela, José Roberto, Lidiane, Luiz Fernando, Thiago. Com certeza, sem a amizade de vocês, tudo seria mais difícil!

Sou grata, também, aos meus amigos de velha data e aos meus familiares, por compreenderem minha ausência em certos momentos, quando me dedicava a esta longa caminhada.

Enfim, minha eterna gratidão a todos que colaboraram para a concretização deste meu grande sonho!

Muito obrigada a todos vocês!!!

RESUMO

A água é uma substância muito relevante aos processos vitais e à saúde humana e de todos os seres vivos. É primordial para o funcionamento biológico em todas as circunstâncias: do metabolismo dos seres vivos ao equilíbrio dos ecossistemas de todo o planeta. Paralelamente a isso, corpos hídricos como rios, lagoas, lagos e reservatórios são muito utilizados para fins recreacionais. Entretanto, muitas vezes a qualidade das águas nesses locais não é apropriada para tal uso, isto é, fora dos parâmetros legais. Diante disso, este estudo teve como principal objetivo avaliar a qualidade da água de uma lagoa natural, localizada na cidade de Lagoa da Prata-MG, usada como praia pelos habitantes e turistas. Para isso, foram definidos quatro pontos de coleta das amostras, sendo realizadas cinco repetições no tempo, semanalmente. Os parâmetros analisados foram turbidez, sólidos totais dissolvidos, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, coliformes totais e fecais, sendo os resultados comparados às Resoluções 357/2005 e 274/2000 do Conselho Nacional de Meio Ambiente. Os resultados apontaram que os parâmetros coliformes totais, fecais e de oxigênio dissolvido não estão de acordo com o estabelecido pela Resolução do CONAMA 357/2005 para Corpos Hídricos Classe 1, tampouco atendem à Resolução 274/2000, sendo considerada então, a água imprópria para atividades de contato primário.

Palavras-chave: Hidrologia Urbana. Gestão dos Recursos Hídricos. Balneabilidade.

ABSTRACT

Water is a relevant element to vital processes and human health and all living things. It is paramount for biological functioning in all circumstances: from the metabolism of living beings to the balance of ecosystems around the planet. Parallel to this, water bodies such as rivers, ponds, lakes and reservoirs are widely used for recreational purposes. However, often the quality of water in these places is not appropriate for such use, it is outside legal parameters. Therefore, this study had as main objective to evaluate the water quality of a natural lagoon, located in the city of Lagoa da Prata-MG, used as beach by the inhabitants and tourists. For this, four collection points of the samples were defined, and five repetitions were performed in time, weekly. The analyzed parameters were turbidity, total dissolved solids, pH, temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity, total and fecal coliforms, and the results were purchased from Resolutions 357/2005 and 274/2000 of the National Environment Council. The results indicated that the total coliform, fecal and dissolved oxygen parameters are not in accordance with CONAMA Resolution 357/2005 for Class 1 Water Bodies, nor do they comply with Resolution 274/2000, being considered then, the water improper for primary contact activities.

Keywords: Urban hydrology. Management of water resources. Balneabilidade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ciclo hidrológico	14
Figura 2 – Mar Morto	15
Figura 3 – Lagoa da cidade de Lagoa da Prata-MG	16
Figura 4 – Pântano em Louisiana, nos Estados Unidos	17
Figura 5 – Evolução do processo de eutrofização de lago ou represa baseado em 3 tipos de uso e ocupação do solo.....	27
Figura 6 – Demarcação dos pontos de coleta das amostras na lagoa da Praia Municipal de Lagoa da Prata-MG	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos micro-organismos em função da temperatura	21
Tabela 2 – ANOVA para os parâmetros coliformes totais, coliformes fecais turbidez e sólidos dissolvidos totais da água da Praia de Lagoa da Prata-MG.....	32
Tabela 3 – ANOVA para os parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água da Praia de Lagoa da Prata-MG.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros mínimos de monitoramento da qualidade da água	20
Quadro 2 – Classificação liminológica do estado trófico do corpo hídrico	28
Quadro 3 – Valores máximos permitidos para os parâmetros pré-determinados de acordo com as Resoluções 357/2005 e 274/2000 do CONAMA ...	31
Quadro 4 – Médias obtidas para parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, turbidez e sólidos dissolvidos totais nos diferentes pontos de coleta	32
Quadro 5 – Médias obtidas para parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica dos pontos de amostragem.....	34

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA – Agência Nacional das Águas

ANOVA – Análise de Variância

CONAMA – Conselho Nacional de Meio ambiente

Ce – Condutividade Elétrica

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NTU – Unidade Nefelométrica de Turbidez

pH –Potencial Hidrogênioônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 Ciclo hidrológico.....	14
3.1.1 Ambientes lênticos.....	15
3.2 Qualidade das águas superficiais	18
3.2.1 Poluição hídrica.....	18
3.2.2 Parâmetros de qualidade das águas superficiais.....	19
3.2.3 Aspectos físicos	20
3.2.4 Aspectos biológicos.....	23
3.3 Monitoramento da qualidade da água	23
3.4 Qualidade das águas superficiais no meio urbano	25
3.5 Eutrofização	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1 Local de estudo	29
4.2 Análises laboratoriais	30
4.3 Análise dos resultados	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

É indiscutível que a água é um elemento essencial à vida sob todos os aspectos. No entanto, tanto o consumo como os diversificados usos que se faz deste elemento requerem cuidados específicos. A ingestão ou mesmo o simples contato direto com água contaminada podem representar problemas à sua saúde. Por isso, o monitoramento da qualidade das águas é observado pelas políticas de saúde e de órgãos de todo o mundo.

No Brasil, o monitoramento de ações relacionadas à água está na pauta de cuidados do Ministério do Meio Ambiente, principalmente. Todavia, dada a importância deste líquido, órgãos do governo e organizações não governamentais também se dedicam e lutam pelo bom uso da água e da manutenção de sua qualidade.

Nesse sentido, os responsáveis pelo monitoramento e análise das águas destinadas ao uso humano têm nos protocolos de gerenciamento dos recursos hídricos um instrumento de grande importância.

Embora a legislação brasileira procure garantir a boa qualidade das águas, os programas e ações nesse sentido ainda se mostram muito longe do ideal. Haja vista que a qualidade das águas usadas como recreação e turismo nem sempre atendem ao que estabelece a legislação pertinente, como destaca frequentemente os meios de comunicação.

Diante disso, esta pesquisa buscou verificar a qualidade da água de uma lagoa natural, localizada em Lagoa da Prata- MG, usada como local de lazer por moradores e turistas da região e de outros locais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água da lagoa da Praia Municipal de Lagoa da Prata-MG.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar a determinação dos parâmetros de qualidade da água turbidez, sólidos totais dissolvidos, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, coliformes totais e fecais nos quatro pontos definidos para amostragem;
- Comparar os resultados obtidos entre os pontos de amostragem por meio de análise de variância;
- Confrontar os resultados analíticos obtidos com as Resoluções 357/2005 e 274/2000 do CONAMA.

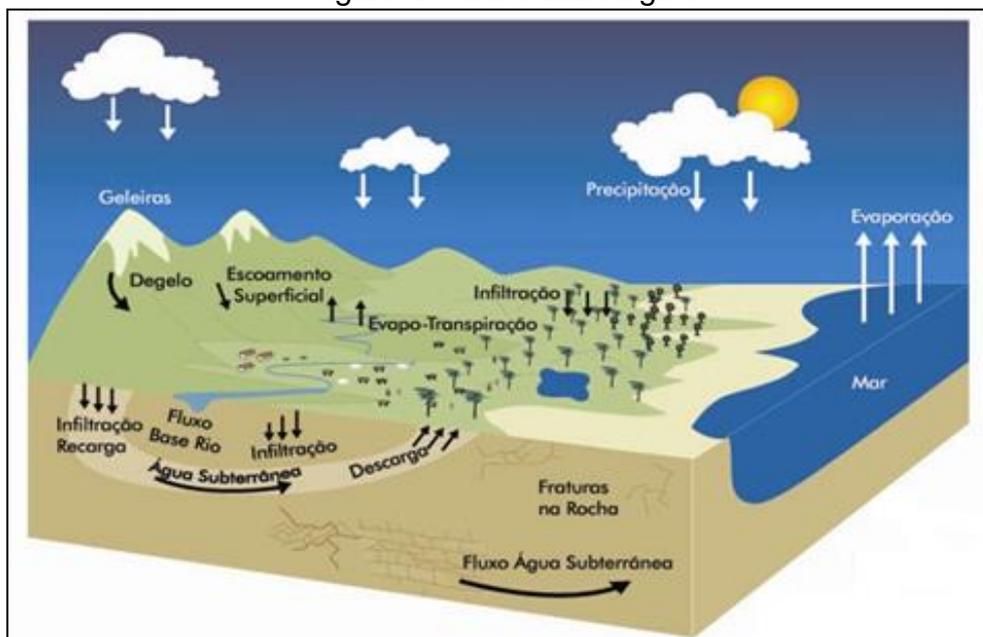
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico representa o movimento da água no meio físico. Dentro do ciclo hidrológico, a água pode estar no estado gasoso, líquido ou sólido, distribuindo-se tanto na subsuperfície como na superfície da Terra, como na atmosfera. Isso significa que a água está em constante circulação, ou seja, passando de um meio a outro e de um estado físico a outro, sempre mantendo o equilíbrio, sem ganhos ou perdas de massa no sistema (LIMA, 1986 *apud* SANTOS, 2002).

Paz (2004) relata que o ciclo da água tem como origem de fonte energética o Sol, por intermédio de sua radiação, e o campo gravitacional terrestre como indispensável força atuante. O ciclo hidrológico (FIG. 1) é uma condição essencial para a manutenção da vida no Planeta, pois é através dele que ocorrem as variações climáticas que, por sua vez, criam condições para o desenvolvimento de plantas e animais, o funcionamento de rios, oceanos e lagos.

Figura 1 – Ciclo hidrológico



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2017).

Segundo Collischonn e Dornelles (2015), em condições globais, o ciclo da água mobiliza um volume de cerca de 577 mil km³/ano. Esse valor exprime o volume atingido até os continentes e os oceanos na forma de precipitação (chuva, neve),

sendo que os mesmos 577 mil km³/ano retornam à atmosfera na forma de evaporação. Nesse contexto, Barth (1987 *apud* SILVA; PRUSKI, 2005) destacam que a água distribui-se de modo irregular no tempo e no espaço, em função das condições geográficas, climáticas e meteorológicas, o que torna a água um recurso finito e de ocorrência aleatória, embora esse precioso líquido seja apresentado como um recurso renovável.

3.1.1 Ambientes lênticos

De acordo com Souza (2014 *apud* ESTEVES, 1998), a principal característica de um sistema lêntico é a alta capacidade para solubilização de compostos orgânicos, gradientes verticais, baixo teor de sais dissolvidos, alta densidade e viscosidade da água, capacidade de sedimentação e seixos internos, bem como, a temperatura e a radiação subaquática. Ainda segundo esse autor, os sistemas hidrológicos lênticos não são elementos permanentes da paisagem da Terra. São fenômenos de curta durabilidade na escala geológica, que surgem e desaparecem no decorrer do tempo, influenciados por quatro dimensões: região litorânea, região limnética ou pelágica, região profunda e interação água/ar. A saber, os sistemas lênticos são diferenciados em três tipos lagos, lagoas e pântanos e podem ser um sistema hídrico em perímetro rural e/ou urbano. Freitas (2006) descreve os lagos como depressões naturais que armazenam constantemente elevada quantidade de água como, por exemplo, o Mar Morto (FIG. 2), considerado um lago de água salgada ou lago residual.

Figura 2 – Mar Morto



Fonte: FREITAS, 2006, p. 3.

Descritivamente, lagoa é um fluxo pequeno de água, que pode ser natural ou feita artificialmente. Geralmente, uma lagoa tem água estagnada e quando é de formação natural, a sua correnteza na maioria dos casos é conduzida pelo vento. Por essa característica, a maioria das lagoas é considerada como um acidente geográfico e apresenta características de terrenos aquáticos (SÃO JOÃO DO PAU D'ALHO, 2013). Nesses moldes, enquadra-se a lagoa natural usada como praia pela população e visitantes, localizada na cidade de Lagoa da Prata- MG e objeto de estudo desta pesquisa (FIG. 3).

Figura 3 – Lagoa da cidade de Lagoa da Prata-MG



Fonte: <<https://www.promoview.com.br/regional/minas-gerais/lagoa-da-prata-recebe-circuito-de-corrída-de-rua-abc-patrocinado-pela-camponesa.html>>.

Cruz (2016) destaca que o pântano (FIG. 4) é um tipo de ecossistema constituído de planícies parcial ou totalmente inundadas, cobertas com uma vegetação bastante densa, sendo seu solo constituído de grandes quantidades de vegetação em decomposição.

Figura 4 – Pântano em Louisiana, nos Estados Unidos



Fonte: CRUZ, 2016.

A diferença entre os sistemas hidrológicos lânticos rurais e os urbanos está relacionada ao destino dado pelo homem a tais sistemas. Assim, a população rural usa a água para fins de abastecimento pessoal e bebedouro de animais, ao passo que a população urbana tem a lagoa mais como um recurso de harmonia paisagística, que pode completar um ambiente antrópico em um meio natural preservado ou não. A propósito, a urbanização nos arredores de corpos lânticos nasceu por questões de sobrevivência do ser humano, pois a presença de água era condição primordial à instalação de povoados. Por esse motivo, os primeiros povos procuravam se instalar às margens de rios, lagos e lagoas. Apesar disso, a localização é apontada como a principal diferença entre os sistemas hidrológicos lânticos (ESTEVES, 1998).

Segundo Pedrozo e Kapusta (2010), o controle da qualidade da água em sistemas hídricos lânticos é necessária e envolve a análise de indicadores para avaliar diversas variáveis. Assim, as variáveis físicas são medidas em escalas próprias, as variáveis químicas são usualmente dadas em concentração (mg/L) e as variáveis biológicas, por sua vez, são medidas pela indicação da densidade populacional do organismo de interesse.

3.2 Qualidade das águas superficiais

De acordo com Silva e Pruski (2005), a água sofre alterações durante o ciclo hidrológico, devido às condições naturais, em razão das inter-relações dos componentes do sistema meio ambiente, principalmente quando os recursos hídricos são influenciados ao uso para demandas de centros urbanos e do setor agrícola. Para a Agência Nacional das Águas – ANA – (2012), o conceito de qualidade da água sempre tem relação com o uso que se faz dessa água. Assim, uma água pode ser adequada ao uso industrial, à navegação ou à geração hidrelétrica, mas pode não ter qualidade adequada para o abastecimento humano, a recreação ou a preservação da vida aquática. Para isso, existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas. Como não existe um indicador único que sintetize todas as variáveis de qualidade da água, o indicado é usar os indicadores para usos específicos: abastecimento doméstico, preservação da vida aquática, recreação de contato primário ou balneabilidade.

3.2.1 Poluição hídrica

A poluição hídrica é entendida como a alteração da condição natural da água pela introdução de elementos indesejáveis, como subprodutos originados das atividades humanas. Atualmente, a poluição da água é considerada sob os aspectos ecológico e sanitário (SILVEIRA; SANT'ANA, 1990 *apud* SOUZA; SILVA JÚNIOR, 2004). De acordo com Collischonn e Dornelles (2015), as fontes de poluentes da água são classificadas em pontuais e difusas. Essa classificação depende da facilidade com que se identificam os pontos poluentes que estão sendo lançados em rios, lagos ou algum outro corpo d'água. Nesse sentido, Silva (2015) destaca que as poluições pontuais são caracterizadas por descargas de contaminantes conduzidos por dutos, tubulação ou escoamento concentrado em lugar bem específico. As poluições pontuais são de fácil identificação, sendo que suas fontes mais comuns são os efluentes industriais, a descarga das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), os aterros sanitários, os depósitos de lixo, as minas abandonadas, os reservatórios de armazenamento superficiais ou subterrâneos de combustíveis, bem como os solventes e outros líquidos industriais ou de rejeitos.

Quanto à poluição difusa, Silva (2015) cita que ela entra em contato com lagos, rios e outros corpos hídricos por meio da chuva, dos escoamentos superficiais, sub-superficiais e subterrâneos, de forma ampla e difusa. Quando dispersos no ambiente, é difícil fazer a identificação desses poluentes. O que se sabe é que suas principais fontes são as práticas agrícolas e pecuárias, bem como, as demais práticas rurais. Além disso, o tratamento de jardins, gramados, campos de golfs, o uso de veneno no combate a pragas urbanas e a construção de redes de drenagens, dentre outras atividades executadas pelo homem são grandes fontes de poluição da água. Lembrando que há, ainda, a poluição mista, resultante da junção dos tipos de poluição citados.

Todas as fontes de poluição determinam um grau de contaminação do meio hídrico atingido. Esse grau de contaminação, por sua vez, é mensurado pela alteração de parâmetros físicos, químicos e biológicos, identificados e traçados por parâmetros de qualidade das águas (SILVA, 2015). No Brasil, a avaliação da qualidade das águas superficiais enfrenta dificuldades atribuídas à extensão territorial, à heterogeneidade das redes brasileiras de monitoramento (como número de parâmetros analisados e frequência de coleta, etc.) e à ausência de redes estaduais de monitoramento em determinadas Unidades da Federação (ANA, 2012).

3.2.2 Parâmetros de qualidade das águas superficiais

Diversas substâncias são encontradas na água, variando de um ambiente para outro, pois a água dissolve as substâncias características das regiões por que passa. Assim, nas proximidades dos oceanos, a água provavelmente apresentará altos teores de cloreto de sódio, enquanto em locais de floresta, caracterizado pela presença de matéria orgânica dissolvida, a água pode apresentar coloração mais escura (PASCHOAL, 2012). Nesse contexto, Collischonn e Dornelles (2015) destacam que a qualidade da água varia de acordo com características físicas, químicas e/ou biológicas. Geralmente os parâmetros de qualidade indicam acúmulo de substâncias na água, lembrando que os valores de tais parâmetros são relevantes para caracterização da água em função do uso a que é destinada. Além disso, alguns parâmetros de qualidade da água são fundamentais para o monitoramento da qualidade da mesma (QUADRO 1).

Quadro 1 – Parâmetros mínimos de monitoramento da qualidade da água

Categoria	Parâmetro
Físico-químico	Conductividade Elétrica Temperatura do ar e da água Oxigênio dissolvido pH Sólidos totais dissolvidos, sólidos em suspensão Alcalinidade total Cloreto Total Transparência DBO (águas doces) ou Carbono total (águas salinas) Demanda Química de Oxigênio
Microbiológicos	Coliformes termo tolerantes
Biológicos	Clorofila Fito plâncton-qualitativo e quantitativo
Nutrientes	Fósforo (Fósforo solúvel reativo, fósforo total) Nitrogênio (Nitrato, Nitrogênio amoniacal, Nitrogênio Total)

Fonte: ANA, 2012, p. 112.

3.2.3 Aspectos físicos

Segundo Macedo (2007), os aspectos físicos que apontam a qualidade da água podem ser definidos como alterações perceptíveis aos sentidos humanos, pois interferem nas características físicas da água. Von Sperling (2005) refere-se que a temperatura da água pode ser definida como uma medida da intensidade de calor, que pode ser de origem natural ou antrópica. O calor de origem natural é provocado pela transferência por radiação, condução e convecção. A origem de calor antrópico é atribuída especialmente aos despejos industriais e às altas temperaturas, que aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases.

Silva (2015) relata que a temperatura da água depende de sua localização geográfica, do grau de exposição ao calor do sol e da estação do ano, sendo que a temperatura tende a atingir os valores mais altos no horário de maior exposição à radiação solar. A capacidade de reter oxigênio dissolvido pode ser reduzida com o aumento do calor da água e as alterações no padrão do perfil de temperaturas em direção às camadas mais profundas dos lagos e reservatórios podem impactar os ecossistemas aquáticos. Além disso, a presença de microrganismos também está relacionada à temperatura da água, como se observa na TAB. 1.

Tabela 1 – Classificação dos micro-organismos em função da temperatura

Grupo	Temperatura (°C)		
	Mínima	Ótima	Máxima
Termófilos	40-45	55-75	60-90
Mesófilos	5-15	30-45	35-47
Psicrófilos	-5 a +5	12-15	15-20
Psicrotróficos	-5 a +5	25-30	30-35

Fonte: MACEDO (1986 *apud* BRANCO, 2007, p. 201).

Di Bernardo e Paz Sabogal (2008) definem a condutividade elétrica como a capacidade que a água tem de conduzir corrente elétrica e que essa capacidade é possível por causa dos minerais encontrados na água. Os valores de condutividade elétrica variam entre 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Schiel et al. (2003) descrevem que quanto maior a quantidade de íons dissolvidos no meio, maior a condutividade elétrica da água. Segundo esses autores, este parâmetro não determina de modo com precisão quais os íons presentes na água.

A turbidez – usada como indicador de desinfecção nos sistemas de tratamento de água – é medida pela Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU). A Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde estabelece para a filtração o limite máximo de 0,5 uT ou NTU, ou de no máximo 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta (SILVA, 2015). A turbidez, de acordo com Von Sperling (2005), apresenta o grau de interferência da passagem de luz pela água, atribuindo a esta uma aparência turva. Os sólidos em suspensão são apontados como os maiores constituintes da turbidez da água. A turbidez pode ter origem natural (quando vinda de partículas de rochas, de silte e argila, de algas e de outros microrganismos) e origem antrópica (quando originada de despejos domésticos e/ou industriais, podendo estar relacionada à presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos).

Para medir a transparência de um recurso hídrico, utiliza-se o “Disco de Secchi”, que é constituído por um disco de 200 mm de diâmetro, cuja espessura pode variar entre 6,35 a 12,7 mm, dividido em quatro partes, pintadas com as cores preta e branca (MACEDO, 2007).

O oxigênio dissolvido (OD) na água é fundamental para a garantia da vida aquática e de outros seres, por isso, é um dos principais parâmetros da

caracterização da poluição por despejos orgânicos na água. As concentrações de OD podem ser dadas em partes em milhão, miligramas por litro ou em porcentual de saturação. A Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional de Meio ambiente (CONAMA, 2005), na definição do enquadramento em classes de uso da água, estabelece que as concentrações de oxigênio dissolvido não sejam inferiores a 6 mg/L para o enquadramento nas classes 1 e 2; que não sejam inferiores a 4,0 mg/L para a classe 3; e não inferiores a 2,0 mg/L para o enquadramento na classe 4. Desde que devidamente tratadas, as águas classificadas como 1, 2 e 3 podem ser usadas no abastecimento, ao passo que as de classe 4 têm como destino a harmonia da paisagem e navegação (SILVA, 2015).

O potencial hidrogênioônico (pH) indica a concentração de íons de hidrogênio presentes na água. Sua escala varia entre 0 e 14, e cada número representa uma mudança de dez vezes na escala logarítmica. O pH mede o grau de acidez da água: valores baixos representam um meio ácido e, quanto mais alto for o pH, mais alcalino será o meio, ao passo que a leitura neutra equivale ao pH 7 (VON SPERLING, 2005). A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde determina que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Para a desinfecção por meio da cloração, esse documento define que o tempo de contato mínimo deve estar de acordo com a temperatura e o pH da água (SILVA, 2015).

Referente aos sólidos, cuja presença na água pode estar associada tanto a características químicas como biológicas, sabe-se que podem ser distribuídos entre sólidos totais, sólidos totais em suspensão (subdivididos em sedimentáveis e não sedimentáveis) e sólidos totais dissolvidos (subdivididos em voláteis e fixos) (BRASIL, 2006 *apud* Almeida, 2013).

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 3-10 μ m 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 (ALMEIDA, 2013, p. 20).

3.2.4 Aspectos biológicos

A detecção dos agentes patogênicos, principalmente bactérias, protozoários e vírus em uma amostra de água é extremamente difícil, em razão de suas baixas concentrações. Sendo assim, a determinação da potencialidade de um corpo d'água ser portador de agentes causadores de doenças deve ser feita de forma indireta, através dos organismos indicadores de contaminação fecal, do grupo dos coliformes.

Segundo Geus e Lima (2008) os coliformes podem ser classificados em Coliformes totais e fecais. Os coliformes totais envolvem cerca de 20 espécies, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato intestinal de humanos como de outros animais de sangue quente. Os coliformes fecais envolvem a inclusão de três gêneros, quais sejam: *Escherichia (E. coli)*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Desses três, o gênero mais conhecido é o *E. coli* e é considerada a principal indicadora de contaminação fecal em águas. Lembrando que as análises que indicam a presença ou não de coliformes totais e também de *E. coli* são realizadas com base no método padrão de exame de água e esgoto.

Dentre os indicadores biológicos de contaminação da água, citam-se os coliformes, micro-organismos de inúmeros tipos, que podem indicar presença de dejetos de origem animal na água. Cabe citar que a água com micro-organismos de origem humana é nociva, porque transmite diversas doenças. A verificação mais comum a ser realizada para determinar a contaminação por coliformes consiste em verificar a presença ou concentração da bactéria *Escherichia coli*, bactéria presente nos sistemas digestivos de animais de sangue quente, ou endotérmicos. Embora essa bactéria nem sempre seja nociva, ela é usada como indicativo de contaminação com fezes humanas (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

3.3 Monitoramento da qualidade da água

Fazer um monitoramento significa adotar um conjunto de práticas que visam acompanhar determinadas características de um sistema, sempre associado a um objetivo. No monitoramento da qualidade da água, as alterações físicas, químicas e microbiológicas são alvo de acompanhamento. O monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores primordiais para a

adequada gestão dos recursos hídricos, pois permitem a caracterização e a análise da tendência de bacias hidrográficas. Além disso, este procedimento é essencial a várias atividades de gestão, como planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água (ANA, 2012).

Conforme estabelecido pela ANA (2012), as práticas relacionadas ao monitoramento de qualidade da água incluem a coleta de dados e de amostras em locais específicos, feitas em período regulares de tempo, que podem gerar informações usadas na definição das condições relacionadas à qualidade da água. A propósito, o monitoramento da qualidade hídrica tem como objetivo fornecer uma avaliação real da água. Esse procedimento pode envolver diversas configurações em termos de localização dos pontos de monitoramento, de periodicidade e de parâmetros monitorados. Os principais monitoramentos a serem realizados são:

- *Monitoramento básico:* é realizado em pontos estratégicos para acompanhamento da evolução da qualidade das águas, da identificação de tendências, ajudando na elaboração de diagnóstico. Os resultados identificam locais onde que necessitam de maior detalhamento. A frequência deste tipo de monitoramento é baseada nos ciclos hidrológicos e os parâmetros monitorados devem ser reavaliados periodicamente;
- *Inventário:* este tipo de monitoramento consiste em uma avaliação intensiva de um espectro mais ou menos amplo de parâmetros, cujo objetivo consiste em determinar um diagnóstico da qualidade das águas de um lugar específico do curso d'água. Esta avaliação pode ser associada ao acompanhamento de ações limitadas no tempo. A frequência de sua amostragem precisa ser alta;
- *Vigilância:* é o monitoramento feito em locais onde a qualidade das águas tem fundamental importância para um determinado uso ou em locais críticos, em termos de poluição associada ao uso da água. Neste caso, o monitoramento precisa ser feito em tempo real e demanda o auxílio de aparelhos automáticos de medição, fator que limita os tipos de parâmetros monitorados;
- *De conformidade:* nesta modalidade de monitoramento estão inclusas as observações feitas pelos usuários dos recursos hídricos (automonitoramento), em atendimento aos requisitos legais determinados pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, à Resolução nº 357 do CONAMA e pelas condicionantes

das licenças ambientais. No entanto, o controle dos parâmetros, neste caso, é feito por órgãos competentes.

3.4 Qualidade das águas superficiais no meio urbano

A ocupação urbana e a intensificação do uso do solo agravaram os problemas da gestão das águas, no que diz respeito a drenagem, abastecimento, lazer, paisagismo entre outros. A maior parte da água superficial esta contida em rios, lagos e represas, que fornecem a quantidade de água necessária para o abastecimento urbano e industrial. Por tal motivo, a água destinada ao consumo humano nos centros urbanos possui impurezas e há necessidade de passar por tratamento. Tendo em vista os diversos tipos de poluentes na água, os corpos d'água são qualificados pelos indicadores de qualidade, sendo eles de caráter: físico, químico e biológico (CARVALHO; FERRARI; DANIEL, 2008).

Segundo Tucci (2008), as águas urbanas envolvem componentes que permitem o desenvolvimento ambiental sustentável e utilizam os conceitos da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH), necessários para planejamento, implementação e manutenção da infraestrutura da cidade. O planejamento urbano é realizado para a cidade formal, ao passo que o planejamento para a cidade informal envolve uma análise das tendências de tal ocupação. Os principais problemas relacionados à infraestrutura de água no ambiente urbano são:

- *Falta de tratamento de esgoto:* a maior parte das cidades não possui tratamento de esgoto. Os efluentes são lançados diretamente na rede de esgotamento pluvial e escoam pelos rios urbanos;
- *Não implementação das redes de drenagem:* muitas cidades implantam as redes de esgotamento sanitário (muitas vezes sem tratamento), mas não implementam a rede de drenagem urbana e, conseqüentemente, enfrentam frequentes inundações provocadas pelo aumento da impermeabilização;
- *Ocupação do leito de inundação ribeirinha:* resultam em frequentes inundações;
- *Impermeabilização e canalização dos rios urbanos:* aumentam a vazão de cheia (sete vezes) e sua frequência; aumentam a carga de resíduos sólidos e prejudicam a qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas; e

- *Deterioração da qualidade da água*: a falta de tratamento dos efluentes traz potenciais riscos ao abastecimento da população em vários cenários. O mais crítico é a ocupação das áreas de contribuição de reservatórios de abastecimento urbano que, eutrofizados, podem trazer riscos à saúde dos usuários.

Resumindo, a qualidade das águas urbanas compreende o sistema de abastecimento de água e os esgotos sanitários, a drenagem urbana, as inundações ribeirinhas e a gestão dos sólidos totais. Dentre suas metas, estão a saúde da população e a conservação ambiental (TUCCI, 2008).

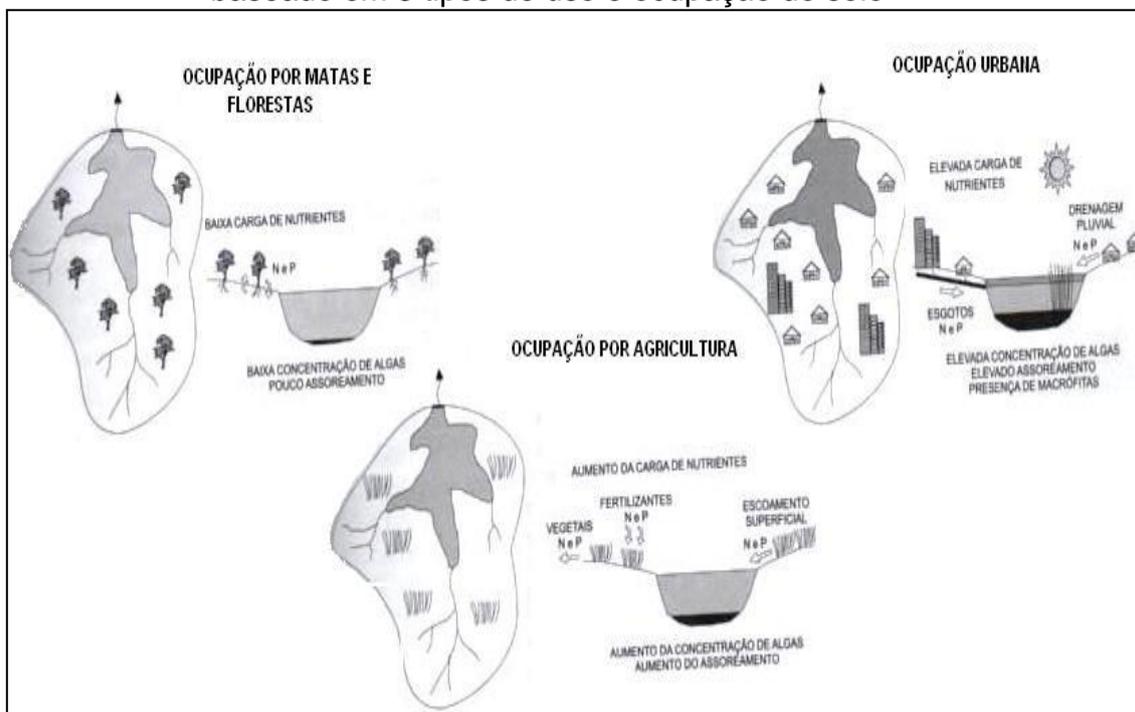
3.5 Eutrofização

Silva (2015) explica que a eutrofização ocorre com a presença abundante de nutrientes nos corpos hídricos superficiais – como nitratos e fósforo – levando ao aumento excessivo de algas e plantas superiores. Dessa forma, ao absorverem o oxigênio dissolvido, as plantas altas e as algas podem morrer por asfixia ou colmatação do ecossistema aquático. De acordo com Salemi (2015), existem dois tipos de eutrofização, a natural e a cultural. A eutrofização natural ocorre de maneira lenta e gradual, à medida que o corpo hídrico vai recebendo os nutrientes dos ecossistemas terrestres. Já a eutrofização cultural, seu processo é mais acelerado por causa das ações antrópicas.

Barreto et al. (2013) destacam que, embora o nitrogênio e o fósforo existentes nos rios e lagos sejam substâncias relevantes para a cadeia alimentar, quando a concentração elevada desses elementos nas águas superficiais causa o aumento do meio, principalmente se está associada a condições benéficas de luminosidade. A propósito, as circunstâncias que propiciam o exagerado aumento de nutrientes nos corpos hídricos são a drenagem de fertilizantes agrícolas, as águas pluviais urbanas, detergentes, resíduos de minas e drenagem de dejetos humanos, dentre outros.

Brighent (2009) recomenda mais estudos visando à conservação e recuperação dos ambientes aquáticos, visto que práticas humanas desenvolvidas em bacias hidrográficas – principalmente a agricultura, a pecuária e a urbanização – produzem efeitos danosos: interferem na cobertura do solo, na estratificação de lagos e em particularidades dos rios (FIG. 5).

Figura 5 – Evolução do processo de eutrofização de um lago ou represa baseado em 3 tipos de uso e ocupação do solo



Fonte: VON SPERLING, 2005.

Dentre as principais implicações da eutrofização, Tundisi (2003) destaca:

- Inexistência de oxigênio na água, que causa morticínio em massa de peixes e demais seres do meio, e a soltura de gases com odor tóxico, como gás sulfídrico e metano;
- Floração de algas e avanço desordenado de plantas aquáticas como as macrófitas;
- Geração de toxinas por alguns tipos de algas;
- Acúmulos elevados de matéria orgânica que – tratada por desinfecção com clorados, principalmente os inorgânicos – podem gerar substâncias altamente cancerígenas, como os Trihalometanos;
- Desvalorização da qualidade recreacional de lagos ou represas, devido ao declínio da transparência e do odor; dificuldade na execução de atividades pesqueiras em função da dificuldade da mobilidade de barcos;
- Baixa diversidade de fauna e flora; modificação das classes de peixes, diminuindo seu valor comercial devido à contaminação;
- Baixa concentração de oxigênio dissolvido no corpo hídrico, principalmente na sua profundidade, levando à redução da ictiofauna; e

- Impactos sobre a saúde humana, apresentando variações crônicas e agudas, pois a evapotranspiração e a concentração de resíduos orgânicos nas raízes aumentam e se tornam propícias ao crescimento de larvas de mosquitos e parasitas.

Devido ao aumento da evapotranspiração e concentração de resíduos orgânicos nas raízes das plantas, propiciam ambiente para desenvolvimento de larvas de mosquitos e parasitas (TUNDISI, 2003). Continuando com esse autor, no que se refere ao estado trófico, lagos e outros reservatórios podem ser oligotróficos (pobres em nutrientes), mesotróficos (quantidade média de nutrientes) e eutróficos (rico em nutrientes), como apresentado no QUADRO 2.

Quadro 2 – Classificação liminológica do estado trófico do corpo hídrico

Classificação	Clorofila (concentrações médias, mg. m³)	Profundidade Secchi (m)	Fósforo total (concentração média mg. L⁻¹)
Oligotróficos	2	4,6	0,0079
Oligotróficos mesotróficos	- 2,1 - 2,9	4,5 - 3,8	0,008 - 0,001
Mesotróficos	3,0 - 6,9	3,7 - 2,4	0,0012 - 0,027
Mesotróficos eutróficos	- 7,0 - 9,9	2,3 - 2,8	0,028 - 0,039
Eutróficos	10	1,7	0,04

Fonte: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), 1988 *apud* MACEDO, 2007.

Por sua vez, Braga (2005 *apud* ROCHA; LOUGON; GARCIA, 2009) relata que o melhor procedimento de controle da eutrofização é a prevenção, mas, uma vez que o problema está instalado, deve-se buscar sua correção. Assim, esse autor sugere a tomada de medidas preventivas e corretivas. As medidas corretivas têm o objetivo de reduzir a carga externa de nutrientes lançados nas águas e envolvem: retirada de nutrientes por meio de tratamento terciário do esgoto doméstico; tratamento de efluentes industriais; redução do uso de fertilizantes agrícolas; recomposição de matas ciliares e controle de drenagem urbana. Por outro lado, as medidas corretivas são aquelas que vão atuar diretamente nos processos de circulação de nutrientes das águas e o ecossistema, como: precipitação química do fósforo e aeração da camada inferior dos lagos, mantendo-o na camada insolúvel; remoção do sedimento do fundo e redução da biomassa vegetal, que ocorrer com o recolhimento de macrófitas, por exemplo, dentre outras ações.

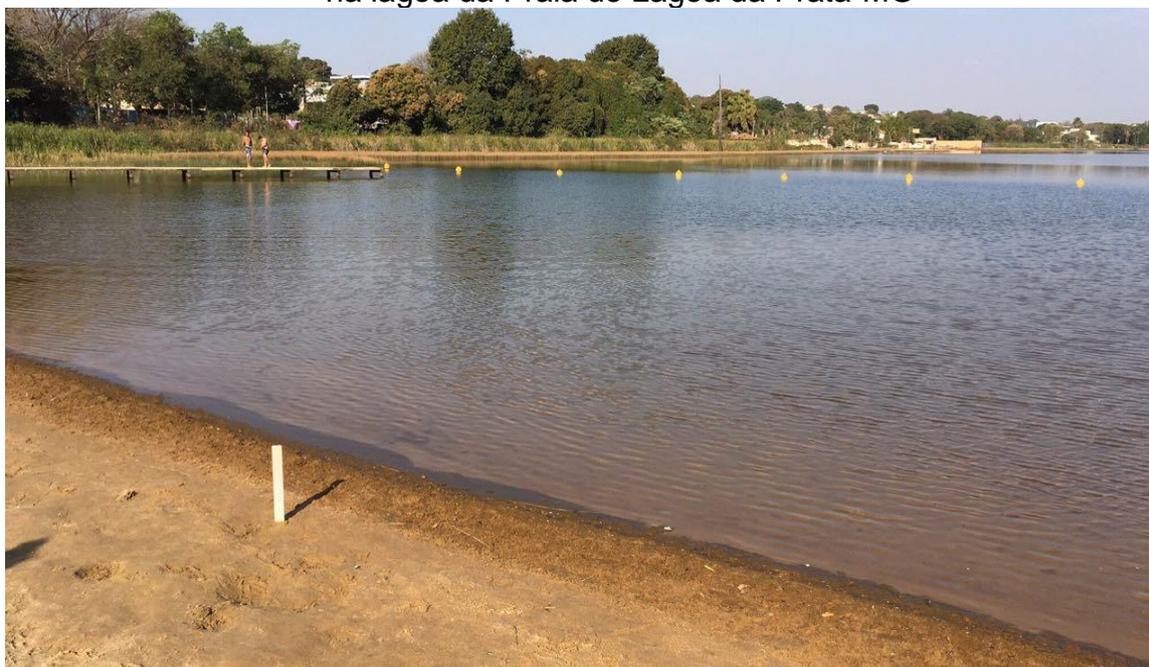
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de estudo

As amostras para determinação da qualidade da água foram obtidas na Lagoa da praia municipal do município de Lagoa da Prata, que se encontra na região Centro-Oeste do estado de Minas Gerais, distante 211 km de Belo Horizonte, na região do Alto São Francisco. O município ocupa uma área territorial de 439,984 km² e sua população estimada para o ano de 2017 é de 51.204 habitantes. De acordo com o Censo de 2010, a densidade demográfica deste município era de 104,51 hab/km², a temperatura média anual fica em torno de 21,8°C e a precipitação de chuvas foi calculada em 1.512 mm (IBGE, 2017).

As coletas das amostras foram realizadas durante cinco semanas seguidas, no período vespertino, às quartas e quintas-feiras, durante os meses de agosto e setembro. Levando em consideração a extensão da lagoa, foram pré-determinados 4 pontos de amostragens, distantes aproximadamente 50 metros entre si, a 3 metros da borda da lagoa, sendo os pontos demarcados com estacas de madeira (FIG. 6).

Figura 6 – Demarcação dos pontos de coleta das amostras na lagoa da Praia de Lagoa da Prata-MG



Fonte: A autora, 2017.

4.2 Análises laboratoriais

As análises das amostras com o objetivo de verificar a qualidade da água da lagoa objeto de estudo desta pesquisa foram feitas no laboratório da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), de Lagoa da Prata, e no Centro de Análise de Águas de Resíduos (CENAR), do Centro Universitário de Formiga (UNIFOR – MG).

No laboratório da ETE de Lagoa da Prata as amostras foram submetidas à análise de temperatura e oxigênio dissolvido (OD). No laboratório CENAR, as amostras foram submetidas às análises de pH, turbidez, condutividade elétrica coliformes totais e fecais

A determinação do pH foi realizada utilizando um pHmetro digital microprocessado AT 315 da Alfakit, com compensação automática de temperatura e teclado à prova d'água. A faixa de leitura do aparelho vai de 0,0 a 14,0, resolução de 0,01 e precisão de $\pm 1\%$.

A temperatura da água foi determinada com um equipamento modelo HI 2221 (HANNA *Instruments*), que dispõe de um eletrodo que é introduzido na amostra e permite a leitura do resultado.

Já a turbidez foi medida com turbidímetro digital, com faixa de medição de 0 a 1000 NTU, resolução de 0,01 NTU e espectro de emissão de 880 nm. Por sua vez, para a análise de oxigênio dissolvido (OD) foi utilizado o método de iodométrico de Winkler, onde é realizada a titulação da amostra com tiosulfato de sódio até o ponto de viragem da cor azul-escura para incolor.

A condutividade elétrica foi obtida com condutivímetro digital portátil, com compensação automática de temperatura e escala de medição entre 0,00 mS cm⁻¹ e 19,99 mS cm⁻¹. A resolução do aparelho é de 0,01 mS cm⁻¹, com precisão $\pm 2\%$.

Análises de coliformes fecais e totais, para obtenção do número de unidades formadoras de colônias por 100 mL de água, foram utilizados *kits* Colipaper, da Tecnobac, para a sua análise quantitativa, encubados a 36°C em estufa microbiológica, por 15 horas.

4.3 Análise dos resultados

Os resultados obtidos por meio das análises foram confrontados aos padrões de qualidade da água descritos nas Resoluções 357/2005 e 274/2000 do CONAMA conforme apresentados no QUADRO 3.

Quadro 3 – Valores máximos permitidos para os parâmetros pré-determinados de acordo com as Resoluções 357/2005 e 274/2000 do CONAMA

PARÂMETROS				
Valores máximos permitidos	Coliformes fecais	Coliformes totais	Turbidez	Sólidos Dissolvidos totais
	2.500 UFC/100ml		40 UNT	500 mg/l
Valores máximos permitidos	pH	Temperatura	Oxigênio Dissolvido	Condutividade elétrica
	6,0 a 9,0	Nada consta	Não inferior a 6 mg/l O ₂	Nada consta

Fonte: Adaptado pela autora, 2017.

As concentrações dos parâmetros que se referem à qualidade da água para cada ponto pesquisado foram comparadas pelo teste F a 5%, e suas médias comparadas pelo teste de Scott- Knott , a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da ANOVA para os valores obtidos dos parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, turbidez e sólidos dissolvidos totais apontados em diversos pontos de coleta feita às margens da Lagoa da Praia Municipal, em Lagoa da Prata-MG, são mostrados na TAB. 2.

Tabela 2 – ANOVA para os parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, turbidez e sólidos dissolvidos totais da água da Praia de Lagoa da Prata - MG

Fonte de variação	GL	QM			
		CT	CF	Turbidez	SDT
Pontos	3	6317222,2222 ^{NS}	14411111,111 ^{NS}	3,5621333333 ^{NS}	192,85333333 ^{NS}
Resíduo	20	16961666,667	9962000,0000	3,6399966667	353,28000000
Total	23				
Média		9825,0000	5816,6667	1,89333333	63,200000
cv (%)		41,918111	54,262412	100,76818	29,740102

Fonte: A autora, 2017.

Onde: CT: coliformes totais (UFC/ 100 ml), CF: coliformes fecais (UFC/ 100 ml), turbidez em NTU, SDT: sólidos dissolvidos totais (mg l⁻¹), QM: quadrado médio, cv: coeficiente de variação, NS: não significativo a 5% de probabilidade estatística pelo teste F.

Mediante esses resultados obtidos na TAB. 2, tem-se que, a um nível de 5% de probabilidade estatística, os valores médios de CT, CF, turbidez e SDT foram iguais nos diversos pontos de coleta de amostras de água. Já as médias obtidas para os parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, turbidez e sólidos dissolvidos totais das amostras dos diferentes pontos de coleta localizados na lagoa da Praia Municipal de Lagoa da Prata- MG, estão apresentadas no QUADRO 4.

Quadro 4 – Médias obtidas para os parâmetros coliformes totais, coliformes fecais, turbidez e sólidos dissolvidos totais nos diferentes pontos de coleta

Pontos	CT	CF	Turbidez	SDT
1	9166,6667a	5466,6667a	1,0400000a	71,466667a
2	11133,333a	4833,3333a	2,6733333a	58,666667a
3	8866,6667a	8100,0000a	1,4600000a	60,800000a
4	10133,333a	4866,6667a	2,4000000a	61,866667a

Fonte: A autora, 2017.

Valores na horizontal seguidos por mesma letra minúscula na vertical não diferem estatisticamente ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conforme apresentado no QUADRO 4, os valores encontrados para os resultados de coliformes totais e fecais nos pontos de 1 a 4 foram superiores a 2.500

UFC/100ml, conforme padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 274/2000, podendo ser considerada como imprópria para o contato humano.

Avaliando o parâmetro turbidez, constata-se que não foram identificadas grandes diferenças de valores entre os pontos de amostragem, sendo que o maior valor médio obtido foi de 2,67 NTU, encontrado no Ponto 2. Em cada ponto de amostragem os valores obtidos de turbidez se adequaram ao padrão exigido pela Resolução do CONAMA 357/2005, que é de até 40 NTU para águas doces de Classe I. Por ser um sistema lântico há uma tendência de sedimentação nas lagoas, podendo contribuir para baixa turbidez verificada.

A avaliação dos sólidos dissolvidos totais é diretamente relacionada com a condutividade elétrica da água. Analisando cada um dos pontos de amostragem, as médias se adequam ao padrão exigido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA para águas doces de Classe I, não podendo ultrapassar 500 mg/l. Nesse contexto, Cordeiro Neto et al. (2017), avaliou a qualidade da água na Lagoa do Fundão, no município de Formiga- MG, obtiveram um valor médio de 75,09 mg l⁻¹ de SDT, ou seja, maior que o valor obtido neste estudo.

O resumo da ANOVA para os valores obtidos dos parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica em diversos pontos de coleta às margens da lagoa da Praia Municipal, em Lagoa da Prata- MG são mostrados na TAB. 3.

Tabela 3 – ANOVA para os parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água da Praia de Lagoa da Prata-MG

Fonte de variação	GL	QM			
		pH	T	OD	CE
Pontos	3	0,0782722222 ^{NS}	0,2472222222 ^{NS}	0,6084041667 ^{NS}	0,0004708333 ^{NS}
Resíduo	20	0,1115183333	14,680833333	2,6588191667	0,0008625000
Total	23				
Média		8,2908333	17,591667	5,4454167	0,0987500
cv (%)		4,0278654	21,780526	29,944239	29,740102

Fonte: A autora, 2017.

Onde: pH: potencial hidrogeniônico, T: temperatura (°C), OD: oxigênio dissolvido (mg/l), CE: condutividade elétrica (dS/m), QM: quadrado médio, cv: coeficiente de variação, NS: não significativo a 5% de probabilidade estatística pelo teste F.

A partir dos resultados obtidos na TAB. 3, com um nível de 5% de probabilidade estatística, os valores médios dos parâmetros de parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram iguais nos diversos

pontos de coleta de amostras de água. Já as médias obtidas para os parâmetros nos diferentes pontos de amostragem, bem como, o resultado de testes de comparação das médias de alguns parâmetros significativos ao tema podem ser conferidos no QUADRO 5, representado a seguir.

Quadro 5 – Médias obtidas para os parâmetros pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica dos pontos de amostragem

Pontos	pH	T	OD	CE
1	8,4300000a	17,350000a	5,1616667a	0,1116667a
2	8,1516667a	17,650000a	5,9000000a	0,0916667a
3	8,2766667a	17,533333a	5,3950000a	0,0950000a
4	8,3050000a	17,833333a	5,3250000a	0,0966667a

Fonte: A autora, 2017.

Valores na horizontal seguidos por mesma letra minúscula na vertical não diferem estatisticamente ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para o pH, os valores das médias obtidas em cada ponto de coleta apresentaram valores característicos de basicidade, mas encontra-se dentro do padrão estabelecido pela Norma nº 357/2005, do CONAMA. Além disso, as médias observadas de pH, nos diferentes pontos de coleta de água, foram iguais estatisticamente a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Conforme Couto (2011), a temperatura da água é ditada pela radiação solar, com exceção dos despejos industriais, de termelétricas e de usinas atômicas, que operam maior influência nas atividades biológicas e no crescimento. Neste estudo, não houve diferença significativa para o parâmetro temperatura entre os diversos pontos amostrais. Além disso, de acordo com Macedo (1986), os valores encontrados para este parâmetro nos pontos de coleta (QUADRO 5) propiciam um crescimento máximo para os microorganismos psicrófilos (TAB. 1). Em relação às temperaturas apontadas neste estudo, convém reportar a Alves et al. (2008), que atribuíram as variações de temperatura observadas na bacia do rio Pirapó, em Maringá- PR, como decorrentes de variações sazonais, observadas principalmente nos meses mais frios e nos mais quentes, sendo que estas ocorreram entre 16,6 °C e 28,8 °C.

De acordo com SILVA (2015) o OD na água é fundamental para a garantia da vida aquática e de outros seres, por isso, é um dos principais parâmetros da caracterização da poluição por despejos orgânicos na água. Os resultados obtidos nas médias para este parâmetro em cada um dos pontos, apresentou valores

inferiores a 6 mg/l de O₂, concentração mínima recomendada deste conforme recomenda a Resolução de nº 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005). Este fato deve-se a presença elevada de microorganismos na água da lagoa da praia municipal.

Para a condutividade elétrica (CE), os valores médios obtidos através das análises de amostras de todos os pontos apresentaram uma baixa concentração de sais. Schiel et al. (2003) descrevem que quanto maior a quantidade de íons dissolvidos no meio, maior a condutividade elétrica da água. Segundo esses autores, este parâmetro não determina de modo preciso os íons presentes na água. Sendo assim, o Brasil ainda não determinou padrões para preconizar os resultados obtidos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado das análises desenvolvidas evidencia que a água da lagoa natural, objeto de estudo desta pesquisa, estão com altas concentrações de coliformes totais e fecais e com baixa concentração de oxigênio dissolvido em todos os quatro pontos de coleta. Isso implica que a água da lagoa denominada Praia Municipal de Lagoa da Prata- MG, usada como área de recreação, lazer e esportes, não está dentro das normas estabelecidas na Resolução 357/2005 e 274/2000 do CONAMA. Por conseguinte, a água da referida lagoa não está apropriada para tal uso. Por outro lado, cabe ressaltar que os valores obtidos para os parâmetros de turbidez, sólidos dissolvidos totais e pH encontram-se em conformidade com os padrões exigidos pela Norma 357/2005 do CONAMA. Diante disso, recomenda-se que um monitoramento mais rígido dos parâmetros em não conformidade observados na água da lagoa da Praia Municipal de Lagoa da Prata- MG, com o intuito de reduzir a poluição desse corpo hídrico, especialmente com referência às altas concentrações de coliformes.

Dessa forma, conclui-se que a água não é adequada para fins de balneabilidade, uma vez que a mesma é utilizada para fins de recreação de contato primário, como natação e mergulho, pois não está em conformidade com a legislação vigente e, logo, pode acarretar diversas patologias aos que a utilizam.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA – 2005. **Caderno de recursos hídricos: o turismo e o lazer e sua interface com o setor de recursos hídricos**. Brasília. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/nrh_novo/documentos/06%20 Turismo/ VF% 20Turismo%20Lazer.pdf](http://www.ana.gov.br/nrh_novo/documentos/06%20Turismo/VF%20Turismo%20Lazer.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2011.

_____. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**: 2012. Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx>>. Acesso em: 05 set. 2017.

ALMEIDA, J. C. de. **Avaliação do índice de qualidade da água na Lagoa dos Patos**. 2013. 52 p. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas/MG. 2013.

BARTH, F. T. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. ABRH/Nobel. 1987.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 274/2000**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 05 out. 2017.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

_____. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para o consumo**. Brasília, 2006.

_____. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília/DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p.39-46. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_2011.html>. Acesso em: 1º nov. 2017.

_____. **Ministério do Meio Ambiente**. 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

BARRETO *et al.* Eutrofização em rios brasileiros. 2013. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v. 9 , N.16; p. 2179. 2013.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

BRANCO, S. M. **Águas e águas**. São Paulo: Moderna, 2007. 3. ed.

BRIGHENTI, L. S. **Avaliação limnológica da lagoa central (município de Lagoa Santa/MG): uma abordagem espacial**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Belo Horizonte: UFMG, 2009.

CARVALHO, F.; FERRARI, F.; DANIEL, M. PHD 2537 – Água em ambientes urbanos, qualidade da água em rios e lagos urbanos. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, nov/2008,

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. 2 ed. Porto Alegre: Associação Brasileira dos Recursos Hídricos- ABRH, 2015.

COUTO, J. L. V. do. **Lições de hidrologia, limnologia:** notas de aula. 1989. 12 p. Universidade Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/tem.html>. Acesso em: 13 out. 2017.

CRUZ, C. O. da. **Pântano.** 2016. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/geografia/pantano/>>. Acesso em: 1º set. 2017.

DI BERNARDO, L.; PAZ, P. S. **Seleção de tecnologias de tratamento de água.** v. 1. LDIBE, 2008.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. **Revista Interciência.** Rio de Janeiro, 1998.

FERREIRA, R. A. **Análises físico-químicas e microbiológicas da água distribuída em Lagoa da Prata/MG.** 2016. 44 p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas). UNIFOR-Centro Universitário de Formiga/MG. 2016.

FREITAS, E. **Origem dos lagos.** 2006. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/lagos.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

GEUS, J. A. M. de; LIMA, I. A. 1997. **Análise de coliformes totais e fecais:** um comparativo entre técnicas oficiais VRBA e Petrifilm EC aplicados em uma indústria de carnes. 2008. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigo/engtecalimentos/12%20ANALISE%20DE%20COLIFORMES%20TOT%20FECA%20UM%20COMPAR%20TEC%20OFIC%20VRBA%20PE.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** Lagoa da Prata/MG. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/lagoa-da-prata/panorama>>. Acesso em: 23 out. 2017.

LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba. ESALQ/USP. 1986. 242 p.

PASCHOAL, R. da S. **Usos da água e necessidades de tratamento para consumo humano.** 2012. 49 p. Faculdade de Engenharia. Universidade Federal de Juiz de Fora –UFJF. Juiz de Fora/MG, 2012.

PAZ, A. R. da. **Hidrologia aplicada.** 2004. 138 p. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Caxias do Sul/RS.

- PEDROZO, C. da S.; KAPUSTA, S. C. Indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos. 2010. 72 p. Apostila. **Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2010.
- ROCHA S. A.; LOUGON, M. S.; GARCIA, G. O. Influência de diferentes fontes de poluição no processo de eutrofização. **Revista Verde** (Mossoró/RN – Brasil) v.4, n.3, p. 61-69 julho/setembro de 2009.
- SALEMI, L. F. **Eutrofização**. 2015. 9 p. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/eutrofizacao-natural-ou-cultural/137104>>. Acesso em: 19 ago. 2017.
- SANTOS, A. Rosa. Dos. **Apostila de climatologia**. 2002. 9 p. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES – Centro de Ciências Humanas e Naturais – CCHN – Departamento de geografia. dezembro/2002, Vitória –ES. 235-244. Disponível em: <www.mundogeomática.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2017.
- SÃO JOÃO DO PAU D' ALHO. **Plano diretor de controle de erosão rural**. São Paulo. Setembro/ 2013, Volume 1. Plano Técnico do Meio Rural, FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos, 142 p. Prefeito Municipal Manoel Pereira dos Santos, Vice-Prefeito Didimo Carneiro. Disponível em: <https://issuu.com/ecosbio/projetos/docs/plano_tecnico_do_meio_rural>. Acesso em: 02 ago. 2017.
- SCHIEL, D. et al. **O estudo das bacias hidrográficas: uma estratégia para a educação ambiental**. 2. ed. Rima: São Carlos, 2003.
- SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. **Gestão de recurso hídricos: aspectos legais, econômicos e sociais**. 2005. Universidade Federal de Viçosa/MG. Porto Alegre, Associação Brasileira dos Recursos Hídricos- ABRH, 2005.
- SILVA, L. P. da. **Hidrologia, engenharia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- SILVEIRA, S. S. B.; SANT'ANA, F. S. P. Poluição Hídrica. In: MARGULIS, S. (ed.) **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Rio de Janeiro: IPEA/PNUD, 1990.
- SOUZA, D. F. de. Conceito de sistemas hidrológicos lênticos naturais e suas escassas diferenciações na literatura brasileira. **Periódico eletrônico do Fórum Ambiental da Alta Paulista**. v. 10, n. 2, 2014.
- TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estud. av.** vol.22 n. 63 São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0103-40142008000200007>>. Acesso em: 14 out. 2017.
- TUNDISI, J. G. **A água no século 21: enfrentando a escassez**. RIMA/ IIE, 2003.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.